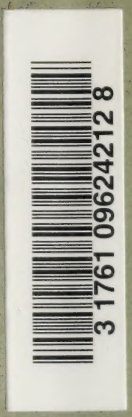
Pamph.
Econ.
C. Lrco.
Z

3 1761 09624212 8



Nationalökonomie der technischen Betriebskraft.

I. Buch. **Grundlegung.**

Habilitationsschrift

einer

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

zur

Erlangung der Venia legendi

vorgelegt von

Dr. Gottfried Zoepfl.

Erlangen 1902.

K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).

158

Nationalökonomie der technischen Betriebskraft.

I. Buch. **Grundlegung.**

Habilitationsschrift

einer

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

zur

Erlangung der Venia legendi

vorgelegt von

Dr. Gottfried Zoepfl.

Erlangen 1902.

K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).

Inhalt.

		Seite
Einleitung		1
I. Abschnitt.	**Die technische Betriebskraft in technischer und ökonomischer Beziehung**	13
1. Kapitel.	Geschichte und Theorie	15
2. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte mit unmittelbarer Naturkraft	24
3. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte mit mittelbarer Naturkraft	40
4. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte mit kombinierter Naturkraft	78
5. Kapitel.	Zusammenfassung	107
II. Abschnitt.	**Die technische Betriebskraft in statistischer und sozialer Beziehung**	115
1. Kapitel.	Geschichte und Theorie	117
2. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte im Deutschen Reich	131
3. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte und die Industrie	154
4. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte und die Lohnarbeit	162
5. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte und der gewerbliche Kleinbetrieb	174
6. Kapitel.	Die technischen Betriebskräfte und die Landwirtschaft	206
7. Kapitel.	Zusammenfassung	216
	Anlage 1	220
	Anlage 2	222, 223
	Anlage 3	221
	Anlage 4	224
	Anlage 5	225
	Anlage 6	226
	Anlage 7	227
	Anlage 8	228

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/nationalkonomied00zoep

Einleitung.

Zur Zeit ist es schwer, für einen anderen Gegenstand der Wirtschaftspolitik, als für die Zollfrage, das öffentliche Interesse zu gewinnen. Und doch gibt es andere wirtschaftspolitische Aufgaben, deren richtige Erfüllung von ebenso weittragender Bedeutung ist, als die mit so überaus vielen Hoffnungen und Befürchtungen erwartete Neuregelung der Grenzzölle. Die Wertschätzung des Lebenden ist eben nicht immer die richtige. Man hält sich zu leicht an die Oberfläche des Aktuellen und Auffallenden und übersieht vielfach die weniger sichtbaren Grundlagen der Entwickelung. „Gewöhnlich ist," sagt Spencer[1]), „das Verhältnis des Beobachters zu den Thatsachen darauf berechnet, das Spezielle, Ausnahmsweise, Sensationelle sichtbar zu machen und das Alltägliche und Uninteressante, welches die große Masse der Thatsachen bildet, unsichtbar zu lassen." Ähnlich sagt Lorenz von Stein[2]), daß der Lebende, der Einzelne nur wenig von der historischen Entwickelung und ihren Triebfedern merken könne; abgesehen von der Kürze des Einzellebens werde die Grundlage des Überganges und der Umgestaltung selten richtig erkannt.

Es fällt uns nicht ein, in unserer Kulturgeschichte von Epochen des Schutzzolls und des Freihandels, oder gar von Perioden eines

[1]) Herbert Spencer, Einleitung in das Studium der Soziologie, deutsch von Marquardsen, Leipzig 1875.

[2]) Lorenz von Stein, Geschichte der sozialen Bewegung in Frankreich von 1789 bis auf unsere Tage, Leipzig 1850 (Einleitung).

Fünf- oder Zehnmarkzolles zu sprechen, wohl aber von einer Stein- und Bronzezeit, von einem Zeitalter des Dampfes und der Elektrizität. Und so erscheint uns, ohne daß wir die Bedeutung der Zollfrage unterschätzen, als ein mindestens ebenso wichtiges, die Gegenwart betreffendes Problem, die Aufgabe des Staates und aller anderen an der Wirtschaftspolitik beteiligten Organe, daß die bei der Erzeugung und Verwertung von Gütern, Urprodukten sowohl, wie gewerblichen oder industriellen Fabrikaten, verwendeten technischen Betriebskräfte eines Landes auf einer möglichst hohen Stufe der Vollkommenheit stehen.

Wir wählen diesen allgemeinen Ausdruck „technische Betriebskraft" für den Titel dieses Buches und für die weiteren Ausführungen deshalb, weil er allgemein genug ist, um für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft in gleicher Weise zu passen; bei der Bezeichnung „gewerbliche" oder „industrielle" Betriebskraft ist dies weniger der Fall.

Eine Monographie über die Nationalökonomie der technischen Betriebskraft im allgemeinen ist uns in der bisherigen nationalökonomischen Litteratur nicht bekannt. Wohl gibt es technisch-ökonomische Untersuchungen über die einzelnen Betriebskräfte von Ingenieuren, und eine Reihe von nationalökonomischen Abhandlungen über die besondere Bedeutung der technischen Betriebskräfte für das Kleingewerbe. Es sind aber in neuester Zeit so viele wirtschaftspolitische Fragen bezüglich der technischen Betriebskraft überhaupt in den Vordergrund getreten, daß es sich wohl rechtfertigen läßt, alle diese Fragen zu einem in sich geschlossenen, nationalökonomischen Thema zusammenzufassen und methodisch zu lösen. Wir brauchen nur an die neuere Entwickelung der Wasserkraft mit elektrischer Kraftübertragung oder an die Verwertung des Spiritus zu Kraftzwecken, an die Kohlennot und an die Forderung der Verstaatlichung des Kohlenbergbaus, an die Neuregelung des Rechtes an der Wasserkraft, an die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke und der Gascentralen, an die Verwendung von Motoren im Handwerk oder in der Landwirtschaft und an die Forderung der Zollfreiheit für Motorpetroleum zu erinnern, um zu zeigen, daß sich hier ein Gebiet in dem sogenannten speziellen, praktischen Teil der Volkswirtschaftslehre herausbildet, welches nach einer selbständigen, systematischen Behandlung verlangt.

Bisher wurden diese Fragen stückweise in den einzelnen Teilen der praktischen Volkswirtschaftslehre erörtert. Der Zustand der tech-

nischen Betriebskräfte in einem Staate, die Aufgaben des letzteren, dafür Sorge zu tragen, daß diese wichtige Grundlage der Volkswirtschaft auf der Höhe der Zeit und in voller Konkurrenzfähigkeit mit anderen Ländern sich befinde, sollte aber ebenso zum Gegenstand methodischer und systematischer Darstellung in der Volkswirtschaftslehre gemacht werden, wie das Verkehrswesen, welches eine ähnliche Grundlage der Produktion bedeutet. So notwendig es sein mag für unsere Wissenschaft, den Kapitalbegriff endgiltig festzustellen, so verdienstvoll es ist, die Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters und der neueren Zeit zu erforschen, für ebenso notwendig halten wir es, das ganze reiche Leben der Gegenwart, für das es vielfach keine historischen Analogien gibt, in der modernen politischen Ökonomie wissenschaftlich zu erfassen.

Wir gehen deshalb noch einen Schritt weiter und möchten nicht nur die Berechtigung begründen, die Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskraft monographisch darzustellen, sondern auch den Wunsch, daß man dieses Gebiet künftig in den Handbüchern und Vorlesungen über Nationalökonomie gesondert behandele. Besonders für die technischen und Handelshochschulen erscheint uns die eingehende Berücksichtigung dieses Gebietes sehr angezeigt. Daß sich in dem speziellen Teil der Volkswirtschaftslehre mit seiner herkömmlichen Einteilung von Handelspolitik, Verkehrspolitik, Agrarpolitik, Gewerbepolitik, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei, Bergbau und Versicherungswesen, manches Gebiet des wirtschaftlichen Lebens schwer unterbringen läßt, manches andere vielfach an verschiedenen Stellen wiederholt und zusammenhanglos behandelt werden muß, ist ein bekannter Mißstand in unserer Wissenschaft. Was z. B. alles unter der Rubrik „Gewerbepolitik“ zusammengefaßt wird — von der Handwerkerfrage bis zu den Bestrebungen des Sozialismus und Anarchismus, das Kleingewerbe sowohl, wie die ganze Industriepolitik, die Zünfte und die Gewerkvereine —, ist geradezu erstaunlich. Dazu kommt, daß der Inhalt gerade dieses Rahmens von Tag zu Tag immer mehr anschwillt und die Begrenzung überschreitet. Hier besonders und bei der gleichfalls überfüllten Rubrik „Handelspolitik“ ist eine Entlastung und damit eine weitere Differenzierung einzelner Gebiete der Volkswirtschaftslehre sehr am Platze. Das von uns ausgeschiedene Gebiet, die Nationalökonomie der technischen Betriebskräfte, erscheint uns geeignet, diese überfüllten Abschnitte der Volkswirtschaftslehre zu entlasten und zugleich für eine Reihe von

Fragen, die in der bisherigen Einteilung der praktischen Nationalökonomie nur schwer eine Unterkunft finden konnten, einen Rahmen zu bieten.

Vielleicht wird sich die Anordnung der Handbücher und Vorlesungen über den zweiten Teil der Nationalökonomie künftig so gestalten, daß auch in dieser Abteilung wieder ein allgemeiner und ein besonderer Teil unterschieden wird. In den ersten Teil hätten die Gebiete zu kommen, welche für viele oder alle Zweige des praktischen wirtschaftlichen Lebens von Bedeutung sind, vor allem eine einleitende allgemeine Würdigung der Wirtschaftspolitik überhaupt [1]), in welcher die Fäden zu dem vorausgegangenen theoretischen Teil der Nationalökonomie zu ziehen [2]) sind und die Abhängigkeit der Wirtschaftspolitik von der inneren und äußeren Politik eines bestimmten Staates darzulegen ist, dann das Verkehrswesen, das Geld- und Kreditwesen, das Versicherungswesen, das Zollwesen und die Sozialpolitik. In einem zweiten besonderen Teil der praktischen Nationalökonomie wären sodann die einzelnen Zweige der Volkswirtschaft, Ackerbau, Handel, Gewerbe, Industrie, Bergbau u. s. w. zu erledigen. In dem ersten Teile, etwa nach dem Verkehrswesen, mit dem es viele Ähnlichkeit hat [3]), gehörte dann auch unser Gebiet, die Nationalökonomie der technischen Betriebskraft. Aber nicht Wiederholungen der in dem allgemeinen Teil der speziellen Nationalökonomie erörterten Lehren sollen in dem besonderen Teil eintreten, sondern konkrete Anwendung derselben und

[1]) Darin berühren wir uns mit Bela Foeldes Vorschlag in Conrads Jahrbücher 1899 „Zur Grundlegung der Volkswirtschaftspolitik", wogegen wir im übrigen nicht so weit gehen, wie Foeldes, der anscheinend auch theoretische Fragen des ersten Teils der Nationalökonomie im praktischen zweiten Teil behandelt wissen will.

[2]) Darunter verstehen wir aber nicht ganz allgemeine Redewendungen, wie sich solche selbst in Schönbergs Handbuch der Volkswirtschaftslehre finden. Da lesen wir z. B. in dem Aufsatze von Kleinwächter folgende Stelle: „Die Bedeutung der Stoffe für die Güterproduktion ergibt sich aus der Thatsache, daß eine Hervorbringung oder Herstellung von materiellen oder stofflichen Gütern ohne Vorhandensein eines Stoffes überhaupt undenkbar ist."

[3]) Man kann den Vergleich auch weiter ausführen und die Betriebskraft des Dampfes mit der Eisenbahn, die hydro-elektrische Betriebskraft mit der modernen Großschiffahrt, die freien Kleinmotoren aber mit dem Automobil, das nun auch für den Güterverkehr Bedeutung erlangt hat, in Parallele stellen. Ferner bieten sich in Analogie zu den abgekürzten Ausdrücken Verkehrswesen und Verkehrspolitik, die Worte „Motorwesen" und „Motorpolitik".

Ausfüllung mit dem Stoffe des wirtschaftlichen Lebens. Auch in dem allgemeinen Teil der praktischen Nationalökonomie selbst wären Wiederholungen unter den einzelnen Teilen zu vermeiden und deshalb sollen z. B. in dem Rahmen unseres Themas nicht die Kartellfrage überhaupt, wohl aber der Kohlenring, nicht das Eisenbahntarifwesen, wohl aber der Rohstofftarif für Kohlen, nicht die Wasserstraßenfrage überhaupt, wohl aber die Verwertung der Wasserkraft und die hierfür notwendigen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, erörtert werden. Bei der Wasserwirtschaft wäre also der Stoff zweckmäßig zu teilen zwischen Verkehrswesen und Nationalökonomie der technischen Betriebskraft. Dazu kommen noch beim Ackerbau im besonderen Teil die Meliorationsfragen.

Der gerade bei unserem Thema naheliegenden Gefahr, zu sehr auf technische Einzelheiten einzugehen, hoffen wir entgangen zu sein. In dem großen Streite zwischen den Geisteswissenschaften und den technischen Wissenschaften halten wir es für die beste Art etwas Förderliches zu thun, wenn man sich zum Ziele setzt, die Grenzgebiete zwischen Technik und Geisteswissenschaften so zu bearbeiten, daß sowohl das eine wie das andere Gebiet sich bereichert fühlt. Wenn die in neuerer Zeit wieder viel citierte universitas literarum wirklich wieder mehr gefestigt werden soll, wenn man nicht zusehen will, daß den alten Universitäten durch die Polytechniken und Handelshochschulen immer mehr Gebiete des modernen Lebens entfremdet werden, so muß eben die Universität dadurch entgegen wirken, daß sie die Pflege der neuen sogenannten realistischen Erkenntniszweige selbst mehr als bisher in ihre bewährte Obhut nimmt. Sonst wird das stolze Gebäude der deutschen universitas literarum allmählich zu dem interessanten gotischen Haus in der Altstadt, auf dem die Patina der Jahrhunderte lagert, das man mit ehrfurchtsvollem Staunen betrachtet, während man zum Wohnen in den neuen Häusern an der Peripherie der Stadt sich einmietet. Eine energische Initiative seitens der Universitäten in der Pflege praktischer Richtungen des Wissens ist aber auch das einzige Mittel, um die bereits allzuhoch das Haupt erhebende technische Richtung in unserem Bildungswesen in die richtigen Grenzen zurückzuführen [1]). In einem industriell hoch entwickelten Lande wie Deutsch-

[1]) Wir verweisen auf die programmatischen und gegen die Geisteswissenschaften vielfach polemisierenden Schriften Riedlers: Unsere Hochschulen und

land müssen die technischen Wissenschaften zur Blüte kommen und alle die Bestrebungen, dieses Wachstum künstlich zu beschneiden, widersprechen einer Entwickelungstendenz unserer Zeit und man erreicht damit nichts, wenigstens nichts Gutes. Selbst die viel angefeindete Ausnützung unseres technischen Unterrichts durch die Ausländer hat eine gute Seite, auf welche allerdings noch nirgends hingewiesen wurde. Die deutsche Exportindustrie weiß es nämlich sehr wohl zu würdigen, wenn die großen Aufträge des Auslandes für industrielle Lieferungen und gegebenenfalls die Submissionsbedingungen von Technikern aufgestellt werden, welche bei uns in Deutschland studiert haben, weil dann die Lieferungsbedingungen dem Stande der deutschen Technik entsprechen, und die deutsche Industrie dadurch vor anderen Ländern einen Vorsprung hat. Andererseits können wir uns kaum etwas Öderes denken, als eine einseitige technische Bildung, namentlich, wenn dieselbe auch noch mit einem gewissen Hochmut gepaart ist und deshalb verlangt, daß nicht die Technik in die Kultur und die allgemeine Politik aufgehe, sondern daß die Technik Selbstzweck oder Endziel und deshalb alles andere überflüssig sei. Weiterblickende Techniker werden uns darin vollkommen zustimmen. „Unsere Endaufgabe," sagt Zöller[1]), „ist im höchsten Maße eine Kulturaufgabe, welche notwendig in organischem Zusammenhange mit dem gesamten Leben steht, weil eben alles Leben nur ein Ziel hat. Wir können daher auch unsere Aufgabe nur dann erfüllen, wenn wir das ganze Leben, die ganze Kultur verstehen. Unsere Fachbildung muß daher auf einer breiten, wissenschaftlichen Basis ruhen. Sie muß getragen werden von einer allgemeinen Bildung, die uns die Möglichkeit gibt, unsere spezielle Aufgabe stets in organischem Zusammenhange mit allem Leben zu halten."

Technik und Geisteswissenschaften müssen also nicht gegeneinander, sondern miteinander arbeiten. Was kann der Wirtschaftspolitiker oder

---

die Anforderungen des 20. Jahrhunderts, 1898. — Die techn. Hochschulen und ihre wissenschaftlichen Bestrebungen, 1899. — Rede zur Feier der Jahrhundertwende, 1900. — Über die geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik, 1900. Vgl. dazu die energische Abwehr des Programms und der Angriffe Riedlers gegen die Geisteswissenschaften in dem Aufsatze von Rob. Pöhlmann, Das „technische" Jahrhundert; Beil. z. Allgem. Zeitung 1901 Nr. 258.

[1]) Zöller, Die Bedeutung der Technik und des technischen Standes in der Kultur, Düsseldorf 1884.

der Staatsmann anfangen mit den allgemeinen Betrachtungen eines Nationalökonomen über Technik und Volkswirtschaft, bei denen jeder Praktiker an jedem Satze merkt, daß der betreffende Nationalökonom, so tüchtig er in seinem Fache sein mag, doch von der Technik nicht viel mehr kennt, als die allgemeinen Begriffe: „Die" Technik, „Der technische Fortschritt", „Die Zukunft der Technik" u. s. w., Begriffe, unter welchen jeder etwas anderes versteht, d. h. eben das, was er für seine sozialen Anschauungen braucht, aber keiner sich etwas Bestimmtes denkt? Ebensowenig kann der Politiker und der Staatsmann die rein technischen Darlegungen, z. B. über die Wärmeausnützung, oder über die Konstruktion einer Maschine verwerten, er braucht vielmehr eine ökonomische Würdigung dieser Einrichtungen, einen Überblick über das ganze Gebiet und eine Vergleichung der verschiedenen technischen Einrichtungen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, er braucht statistische Grundlagen, die der bloße Techniker für überflüssig halten wird, er muß die technische Vollkommenheit unter den Gesichtspunkten des Bedürfnisses und der Finanzkraft abwägen, während es für den bloßen Techniker eben nur technische Vollkommenheit gibt. Wir haben an anderer Stelle [1]) die Stelle des Technikers und des Wirtschaftspolitikers mit der des Steuermanns und des Kapitäns verglichen, haben aber leider selten einen Techniker gefunden, der diese Unterordnung seines Standes mit Einsicht zugegeben hätte. Vielleicht wird dies besser werden, wenn die Nationalökonomen ihre Kapitänstellung gegenüber der Technik besser begründen lernen, wozu natürlich vor allem die Aneignung von Kenntnissen gehört, welche in die Thätigkeit der übrigen untergeordneten Stellungen einschlägig sind. Dabei sind wir weit entfernt, solche betriebstechnische Kenntnisse zu überschätzen oder gar als einzige oder hauptsächlichste Grundlage der Nationalökonomie hinzustellen. Wohl aber glauben wir, daß man neben den Gebieten, auf welchen die historische Methode zum Ziele führt und denjenigen, bei welchen die deduktive Methode etwas leisten kann, ein drittes Gebiet stellen sollte, bei welchem genauere Kenntnisse der technischen Grundlagen bei den betreffenden wirtschaftlichen Vorgängen erforderlich sind und in ihren wichtigeren Ergebnissen der wirtschaftspolitischen Darstellung vorangestellt werden müssen. Dazu rechnen wir eine Reihe von Gebieten

[1]) Mittelländische Verkehrsprojekte, Berlin 1895.

der neuesten wirtschaftlichen Entwickelung, bei welchen geschichtliche Analogie nur zu Fehlschlüssen führen würde, weil die technischen Grundlagen ganz andere sind[1]). Diese selbst sollen freilich nicht in Einzelheiten mitgeteilt werden. Oft wird sich das technische Ergebnis in den Betriebskosten genügend zusammenfassen lassen. Wir müssen aber wissen, warum ein Großbetrieb technisch vollkommener ist, als ein kleinerer, wie weit sich die Ertragsfähigkeit des Bodens künstlich erhöhen läßt, wie weit sich der Fluß durch Kanalisierung mehr vertiefen läßt, als durch Regulierung, ob es für den Wasserstand richtiger ist, die Wildbäche zu verbauen oder Stauweiher anzulegen oder Abhänge aufzuforsten. Wir brauchen nicht zu wissen, wie das im einzelnen gemacht wird, sondern ob es überhaupt zweckmäßig ist. Wir können unmöglich eine wirtschaftspolitische Aktion zu Gunsten einer bestimmten technischen Betriebskraft empfehlen, solange wir nicht in technisch-ökonomischer Beziehung nachgewiesen haben, daß diese Betriebskraft an sich und im Vergleich mit anderen technischen Betriebskräften einer solchen Aktion wert ist. Ebenso pflegt sich jeder Verkehrspolitiker mit den technisch-ökonomischen Grundlagen der Verkehrsmittel zu beschäftigen und das Wesen derselben seinen Erörterungen vorauszuschicken; hier allerdings gestatten zahlreiche Vorarbeiten sich kürzer zu fassen, als dies bei unserem Stoffe möglich ist. Man sollte aber auch keinen Satz über eine Fabrikatsteuer schreiben, ohne eine entsprechende Fabrik einmal eingehend besichtigt zu haben[2]), keinen Satz über Getreidezölle, solange man nicht einen landwirtschaftlichen Betrieb etwas näher studiert hat. Am meisten hat sich die Nationalökonomie noch in der Verkehrspolitik mit den technischen Grundlagen des Gegenstandes beschäftigt. Hier finden wir

---

[1]) Vgl. dazu unsere früheren Darlegungen i. d. Schrift Mittelländische Verkehrsprojekte, Berlin 1895. Wenn man z. B. das Verhältnis von Eisenbahn und Schiffahrt lediglich historisch studiert, etwa an den veralteten englischen Kanälen, statt den Binnenschiffahrtskongressen der Gegenwart beizuwohnen und sich über die technischen Fortschritte der Schiffahrt auf dem Laufenden zu erhalten, so muß man eine ganz unhaltbare Anschauung über jenes verkehrspolitisch so wichtige Verhältnis bekommen.

[2]) Selbst dem englischen Schatzkanzler passierte es kürzlich, daß er im englischen Parlament ein stürmisches Gelächter hervorrief, weil er vorschlug, daß diejenigen, welche für die neuerdings steuerpflichtigen Wechsel bereits den erhöhten Quittungsstempel verwendet hätten, sich mit diesen Wechseln auf dem nächsten Postamte vorstellen und hier die zuviel gezahlten Steuern zurückfordern sollen. Er dachte nicht daran, daß diese Wechsel längst weitergegeben waren.

vielfach technisch-ökonomische Erörterungen über Selbstkosten, technische Methoden und technische Vorzüge. Daß aber die Transportmittel weniger technischer Natur seien, als z. B. die technischen Betriebskräfte der Industrie, wird niemand behaupten wollen. Daß in diesen Dingen nicht alles so ist, wie es sein sollte in unserer deutschen Nationalökonomie, daß auf diesem Gebiete die alten Kameralisten und die Schule Raus uns Neueren vielfach überlegen waren, wird man uns zugeben. Soweit wir in der nationalökonomischen Wissenschaft in anderen Beziehungen über die Schule der Kameralisten hinausgekommen sind, so sehr sollten wir uns bemühen, auch auf dem technologischen Gebiete nicht hinter dieser sonst veralteten Richtung der Nationalökonomie zurückzubleiben. Daß dies bisher der Fall war, hat aber einen sehr praktischen Grund. Das technische Gebiet hat sich eben außerordentlich erweitert, selbst gegenüber der Zeit, in welcher Rau lebte, und die Arbeiten, welche auf technische Gebiete hinüberführen, sind zumeist nicht bloß recht trocken, sondern gehören auch durchaus nicht zu den leichtesten unseres Fachs. Es ist für einen Menschen mit etwas Esprit viel leichter, eine feine, geschichtsphilosophische Bemerkung zu machen, als auf den genannten Gebieten eine Untersuchung durchzuführen, welche die Nationalökonomie fördert und die technische Wissenschaft nicht mißhandelt und es ist ein recht billiger Standpunkt, jene Bemühungen von oben herab abzuthun, indem man den „ökonomisch-technischen Optimismus“ als überwunden erklärt. Man vergißt dabei nur, daß man geradezu im Dienste der Reaktion steht, wenn man zu dem ökonomisch-technischen Fortschritt kein anderes Verhältnis hat, als das, seine Förderer geringschätzig zu behandeln und mit kritischer Sonde lediglich die Schattenseiten der Entwickelung bloßzulegen. Nur zu oft gleicht, wie wir früher schon einmal geschrieben haben, die moderne historisch-ethische Richtung der Nationalökonomie mit ihrer scharfen Kritik dem Knaben, der sein erstes Messer erhalten hat und der nun die Schneide desselben an allen möglichen Gegenständen erprobt, auch an nützlichen, die er besser schonen sollte. Auch glauben wir, daß es nur zu begrüßen wäre, wenn der Satz in den meisten Handbüchern „die Technik sei ebensowenig wie die Privatwirtschaft Objekt der politischen Ökonomie“, in dieser Allgemeinheit nicht mehr aufgestellt würde. Die Technik ist ebenso wie die Geschichte und wie die Statistik eine Quelle unserer Erkenntnis der wirtschaftlichen Dinge. Wenn man als Objekt der politischen Ökonomie die Volkswirtschaft erklärt, so entleert man ja diesen Begriff geradezu,

wenn man hinzufügt, daß Technik und Privatwirtschaft nicht auch Objekt der politischen Ökonomie seien. Wie sehr die Privatwirtschaft Objekt der politischen Ökonomie ist, das zeigt unsere ganze Agrarpolitik und die Lehre vom Bankwesen. Richtig ist nur, was Sax[1]) treffend betont, daß wir uns erst dann mit den rein ökonomischen und technischen Grundlagen eines wirtschaftlichen Gebietes eingehender zu befassen pflegen, wenn dasselbe — wie das bei der Verstaatlichung der Eisenbahnen geschah — seinen privatwirtschaftlichen Charakter verliert und gemeinwirtschaftlich wird. Nun stellt aber gerade der Gegenstand unserer Darstellung, die technische Betriebskraft, ein Gebiet dar, auf welchem der Übergang zur Gemeinwirtschaft zum Teil bereits praktische Bedeutung hat — wir erinnern nur an die Gas- und Elektrizitätscentralen —, zum Teil in weitgehendem Maße theoretisch begründet und gefordert wird. Auch deshalb dürfte es wohl angezeigt sein, eine eingehendere technisch-ökonomische und sozialstatistische Grundlegung für die Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskraft zu versuchen und dabei den ökonomischen Gesichtspunkt ausschließlicher, als dies sonst angezeigt ist, zur Geltung zu bringen.

Wenn wir nun nach dieser Einreihung unseres Stoffes in den Rahmen der Volkswirtschaftslehre uns seiner Bearbeitung selbst zuwenden, möchten wir noch hervorheben, daß vielfach die Nationalökonomie der technischen Betriebskräfte zugleich für die Industrie wie für das Transportwesen Bedeutung hat. Die Eisenbahnverwaltungen sind die größten Verbraucher der Kohle und die Kraft des fließenden Wassers wird zur Fortbewegung des Schiffes und zum Antriebe der Turbine einer gewerblichen Betriebsanlage verwendet. Vielfach ist die Aufstauung eines Flusses in gleichmäßigem Interesse der Schiffahrt wie der Betriebskraft und an der Erhaltung eines guten und gleichmäßigen Wasserstandes haben die Schiffahrt und die Betriebskraft vollkommen gleiches Interesse; auch die elektrischen Centralen dienen zu-

---

[1]) Sax schreibt: „Das Gesetz der Wirtschaftlichkeit in der Volkswirtschaft wird zunächst instinktiv befolgt, aber auch auf diesem Gebiete dringt der Rationalismus vorwärts, um das Unbewußte mit bewußter Wissenschaftlichkeit zu durchleuchten. Diese Entwickelung wird befördert durch das zunehmende Eingreifen der Gemeinwirtschaft in das wirtschaftliche Leben, denn da, wo es sich um Rückwirkungen auf die Gesamtheit, nicht um Wagnisse eines einzelnen Spekulanten handelt, sind feste wissenschaftliche Grundsätze dringend erforderlich." (Die Verkehrsmittel in Volks- und Staatswirtschaft Wien 1878.)

meist gleichzeitig dem städtischen Verkehrswesen und der Industrie. Wenn durch diese Berührungspunkte die Tragweite unseres Themas gewinnt dadurch, daß manche unserer Gesichtspunkte oder der mitgeteilten Thatsachen auch für das Verkehrswesen von Interesse sind, so können wir das natürlich nur begrüßen, aber unsere Absicht ist es nicht, auf die technischen Betriebskräfte der Transportmittel in dieser Arbeit Rücksicht zu nehmen. Daß wir nicht — wie dies bisher in der Litteratur üblich war — das ganze Maschinenwesen ins Auge fassen, sondern nur die technischen Betriebskräfte, denen wir die Arbeitsmaschinen gegenüberstellen, ist ein Versuch, den wir damit begründen, daß sich sowohl hinsichtlich der sozialen Wirkungen die Gruppe der motorischen Technik, der Betriebskräfte, sehr wohl ausscheiden läßt, wie auch in technisch-ökonomischer, in statistischer Beziehung und namentlich auch in wirtschaftspolitischer Hinsicht. Unter diesen Umständen glaubten wir, um uns nicht zu sehr in Einzelheiten zu verlieren, zunächst einmal die Nationalökonomie der technischen Betriebskräfte gesondert darstellen zu sollen. Die Nationalökonomie der Arbeitsmaschinen, welche diese Studie zu ergänzen hätte, setzt wieder andere technische Kenntnisse voraus. Eine weitere Beschränkung legen wir uns auf dadurch, daß wir uns auf die Verhältnisse und die Aufgaben in Deutschland beschränken und es anderen überlassen, dasselbe Thema für andere Staaten zu behandeln. Damit soll nicht gesagt sein, daß wir nicht im wirtschaftspolitischen Teil auch die Verhältnisse anderer Länder zum Vergleiche heranziehen.

Innerhalb dieser Einschränkungen wollen wir nach Vorausschickung kurzer historischer Rückblicke und der allgemeinen Gesichtspunkte zunächst die technischen und ökonomischen und dann die statistischen und sozialen Grundlagen für die Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskräfte mitteilen. Diese beiden mit kritischer Würdigung für den wirtschaftspolitischen Zweck auszuführenden Grundlagen entsprechen den beiden Richtungen der ökonomischen Politik, die technische dem Prinzip des ökonomischen Fortschritts und die statistische über die Verwendung und die Interessenten der Betriebskräfte dem Prinzip der sozialen Verteilung. Daran soll sich in einem weiteren Abschnitt die Verwertung der mitgeteilten Thatsachen und der durch sie gewonnenen Gesichtspunkte schließen, und die Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskraft nach Vorausschickung eines Rückblicks und der allgemeinen Gesichtspunkte behandelt werden.

Es handelt sich um einen Versuch, ein Gebiet des neueren wirtschaftlichen Lebens zum erstenmal systematisch darzustellen; wir müssen deshalb einerseits etwas weiter ausholen, andererseits um Nachsicht bitten, wenn der Gegenstand noch nicht vollständig erschöpft wird und Lücken bleiben, deren Ausfüllung durch andere Spezialarbeiten wir natürlich freudigst begrüßen werden.

I. Abschnitt.

Die technische Betriebskraft in technischer und ökonomischer Beziehung.

1. Kapitel.

Geschichte und Theorie.

Wenn man die Entwickelungsgeschichte der modernen Technik[1]) von der Erfindung der Spinnmaschine zu Anfang des 18. Jahrhunderts bis zur Marconischen Telegraphie ohne Draht zu Anfang des 20. Jahrhunderts überblickt, wird man vor allem gewahr werden, wie ein Problem das andere herausfordert, und daß sich die ganze Erfindungsreihe wie eine Kette logischer Schlußfolgerungen darstellt. Die Spinnmaschine führte zum mechanischen Webstuhl und die erzeugte Masse von Stoffen forderte mechanische Einrichtungen für die Appretur und Färberei. Die Herstellung von Maschinen für die Textilindustrie förderte den Maschinenbau, dieser machte neue Erfindungen in der Eisenindustrie notwendig, und so kam man etwa 100 Jahre nach Erfindung der Spinnmaschine dahin, auch das Eisen mechanisch zu hobeln oder zu bohren und schließlich zur modernen Präzisionsmaschine. Der gesteigerte Transport von Rohmaterialien für die Textil- und Eisenindustrie, dann von Kohlen für die technische Betriebskraft erforderte leistungsfähigere Transportmittel und Stephensons Lokomotive löste auch dieses Problem zur richtigen Zeit. So geht es weiter, bis das Bedürfnis, den elektrischen Telegraphen auch da in den Dienst des Verkehrs zu stellen, wo die örtlichen Verhältnisse, wie z. B. bei Schiffen auf dem Meere, keine Leitungsanlage gestatten, zur Erfindung der drahtlosen

[1]) Vgl. Karmarsch, Geschichte der Technologie, München 1872. Reuleaux, Geschichte der Technik im 19. Jahrhundert, Berlin 1901. Byrn, Progress of invention in the XIXth century, London 1901. Schmoller, Grundriß der allgemeinen Volkswirtschaftslehre, I. Teil S. 218 ff., Leipzig 1901. Beard, The industrial revolution, London 1901.

Telegraphie führte. Die Prophezeihung, die Aristoteles in seiner „Politik“ macht, daß ein Zeitalter kommen werde, in welchem „die Weberschiffchen von selbst weben“, ist also in vollem Umfange in Erfüllung gegangen und speziell die Zeit seit der Mitte des 19. Jahrhunderts kennzeichnet sich als die Epoche der Übertragung der maschinellen Technik auf fast alle Gebiete des Lebens und der weitgehendsten Verallgemeinerung ihrer Anwendung in allen Ländern und Gesellschaftskreisen.

Bei dieser Erscheinung der Kontinuierlichkeit in der Geschichte der technischen Entwickelung der neuen Zeit setzt nun die Theorie, in diesem Falle die geschichtsphilosophische, ein, mit verschiedenen Erklärungen. Die materialistische Geschichtsauffassung betont besonders den Ursprung der technischen Erfindung in dem Bedürfnis der Gesellschaft und die Bedeutung des milieu für den Wert einer technischen Neuerung. Daß für eine solche erst die richtige Zeit gekommen sein muß, wenn sie voll zur Geltung kommen will, daß z. B. der Warenmarkt erst eine gewisse Aufnahmefähigkeit schon haben muß, bevor eine die Massenproduktion fördernde Erfindung zur vollen Wirksamkeit gelangen kann, wird man auch ohne materialistische Geschichtsauffassung zugeben. Das Gleiche gilt von der Thatsache, daß die technischen Neuerungen bis zu einem gewissen Grade umgestaltend auf die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse der Menschen einwirken. Von da bis zu dem Aufbau eines ganzen sozialphilosophischen Lehrgebäudes auf Grundsätze der Mechanik ist aber noch ein weiter Schritt[1]). Der wohl von Karl Marx zuerst begründete Gedanke, daß die Technik mit Naturnotwendigkeit herauswächst aus der allgemeinen gesellschaftlichen Entwickelung, tritt uns auch in den Analogien entgegen, welche neuere Soziologen, wie für andere gesellschaftliche Erscheinungen, so auch für die Technik, aus dem Naturleben entnommen haben. Da wird die oberste Regierungsgewalt der Gesellschaft mit dem Centralnervensystem verglichen, weil die Bewegung der Gesellschaft durch jene geleitet wird. Das Knochengerüst mit seinen festen mineralischen Stoffen wird in Weiterentwickelung der Analogien den Organen der Gesellschaft gegenübergestellt, welche besonders der Verteidigung und dem Kampfe ums Dasein dienen und in Waffen, Werkzeugen u. s. w. auch den festen mineralischen Stoff aufweisen.

---

[1]) Schon bei Fourier und bei Prondhon war die Schwerkraft die philosophische Grundlage des sozialistischen Systems. Vgl. Dühring, Kritische Geschichte der Nationalökonomie und des Sozialismus, Leipzig 1879, S. 485.

Damit wollen wir natürlich den Gedankenkreis der biologischen Richtung der Soziologie hinsichtlich der Technik nur andeutend kennzeichnen und nicht erschöpfen[1]). Die konsequent durchgeführte Übertragung der materialistischen Weltanschauung auf das Gebiet der technischen Entwickelung erweist sich auf alle Fälle ziemlich unfruchtbar für die wirtschaftspolitische Erfassung dieses Gebietes. Im Grunde genommen ist man ja doch zur Unthätigkeit verurteilt, wenn alles seinen naturgesetzlichen Gang geht. Anders als der Materialismus werden sich die anderen allgemeinen Weltanschauungen in Konsequenz ihrer Prinzipien zu der technischen Entwickelung stellen. Der Monismus wird die Wechselwirkung von technischer und gesellschaftlicher Wirkung besonders betonen und der kritische Idealist wird sich wie auf anderen Gebieten, so auch hier, darauf beschränken, einen Parallelismus zwischen der materiellen und geistigen Entwickelung der Menschheit, zwischen ihrer Bedürfnisbewegung einerseits und der Geschichte ihrer technischen Ideen und Erfindungen andererseits festzustellen. Der Dualist schließlich, der sich gegen die Konsequenzen des Determinismus sträubt, wird geltend machen, daß sich ein Gebiet umfriedigen läßt, in welchem der menschliche Geist und der menschliche Wille frei schaltet und damit auch die gesellschaftliche Entwickelung selbst schafft. Wer unter Wahrung des monistischen Grundgedankens einen vermittelnden Standpunkt einnimmt, wird naturalistische Erklärungsgründe für die Anfänge der gesellschaftlichen Entwickelung zulassen, für die höheren Kulturstufen aber eine steigende Berücksichtigung der geistigen und sittlichen Mächte in der Gesellschaft und damit auch der psychologischen und ethischen Gesichtspunkte in der Gesellschaftswissenschaft verlangen.

Vielfach werden sich diese verschiedenen sozialphilosophischen Auffassungen wieder zusammenfinden, wenn es sich um die Gestaltung der wirklichen, gegebenen Verhältnisse, um praktische Wirtschaftspolitik handelt. Abgesehen davon halten wir es auch für fruchtbringender, wenn man an ein so spezialistisches Gebiet, wie das unsrige, das überdies noch der Erforschung bedarf, nicht mit fertigen, allgemeinen Anschauungen

---

[1]) Vgl. Schäffle, Bau und Leben des sozialen Körpers, Tübingen 1878, I 1, S. 330 und III 1, S. 222 und 223. Comte, Cours de philosophie positive, 3 ed., Paris 1869, IV. 278, 285. Spencer, Principles of Sociologie, 3. ed., London 1885. (Die Ausführungen über die Struktur des animalischen und sozialen Organismus S. 238 ff.)

herantritt[1]), wodurch man mehr dem subjektiven Interesse entspricht, eine Bestätigung seiner Weltanschauung zu finden. Gewiß läßt sich auch dieser Weg in unserem Bildungsgange oft nicht vermeiden, da wir nicht alle Gebiete von Grund aus bearbeiten können, und ganz, ohne bereits feststehende Gesichtspunkte mitzubringen, wird man ja überhaupt an kein Forschungsgebiet herantreten. Immerhin wollen wir es versuchen, die Gesichtspunkte für die Durchführung unseres Themas möglichst aus dem Stoffe selbst zu gewinnen.

Solcher Arbeiten, welche die Beziehungen von Technik und Gesellschaft nicht bloß mittels Konstruktion aus Prinzipien darstellen, die außerhalb dieses Stoffes allgemein gewonnen wurden, Untersuchungen, welche sich bemühen, im einzelnen die Fäden aufzudecken, welche von der technischen zur gesellschaftlichen Entwickelung hinüber- und herüberführen, gibt es wenige. Wir verweisen auf die Schriften von Emanuel Herrmann[2]), in dessen Richtung neuerdings der Italiener Labriola[3]) weiterarbeitet, wobei er zwar durchdrungen von dem großen Einfluß der Technik auf unser ganzes gesellschaftliches Leben, aber doch nicht zu den üblichen Verallgemeinerungen geneigt erscheint. Ihm ist die Technik eine wichtige Grundlage der wirtschaftlichen Entwickelung, aber nicht ihre einzige, er betont vielmehr, daß stets die gesamten Verhältnisse und Bedingungen der Produktion eines Landes für die Wirkung der Technik maßgebend sind. Diese Wirkung wird vielfach zur Wechselwirkung, insoferne die Volkswirtschaft und Gesellschaft auch wieder Einflüsse auf die Richtung der technischen Entwickelung geltend machen. Das gilt für den Anfang der technischen Entwickelung so gut wie für den jetzt erreichten Höhepunkt. So wenig man sich vorstellen könnte, daß die Dampfmaschine in einem Arkadien erfunden worden wäre, so unmöglich ist es, daß aus einem zufriedenen Zeitalter, aus einer volkswirtschaftlichen Idylle heraus, sich das wirtschaftliche Drama unserer Zeit abspielt, in welchem der Dampf die Rolle der Leidenschaft spielt, und von dem wir heute noch nicht wissen, ob es als befriedigendes

---

[1]) Daran leidet besonders das Buch von Reinhold, Der Weg des Geistes in den Gewerben, Leipzig 1901.

[2]) E. Herrmann, Technische Fragen und Probleme der modernen Volkswirtschaft, Leipzig 1891. Derselbe: Wirtschaftliche Fragen und Probleme der Gegenwart, Leipzig 1893.

[3]) Labriola, Della tecnica e della forma sociale in rapporto alla azione economica. Roma 1900.

Schauspiel enden wird oder als soziale Tragödie mit darauffolgendem sozialen Satyrspiel. Es ist schwierig, an dieses Verhältnis der Wechselwirkung von Technik einerseits, Volkswirtschaft und Gesellschaft andererseits, die Sonde der wissenschaftlichen Kritik zu legen und ausscheiden zu wollen, was Ursache und was Wirkung ist. Sombart hat sich in einer kürzlich erschienenen Schrift[1]) auf dieses schwierige Gebiet begeben. Er betont den Unterschied zwischen der technischen Entwickelung, welche den Menschen immer unabhängiger von der Natur, und der wirtschaftlichen Entwickelung, welche die Menschen immer abhängiger voneinander macht. Gesetze zu formulieren, welche sich aus der Wechselwirkung von Technik und Wirtschaft ergeben könnten, lehnt Sombart ab, sucht dagegen für eine bestimmte Zeit, nämlich für die unsrige, die Beziehungen zwischen der Technik einerseits, den wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen andererseits, so gut wie möglich bloßzulegen. Die Schwierigkeit, Ursache und Wirkung auszuscheiden, die ja auf gesellschaftlichen, mit psychologischen Momenten durchsetzten Gebieten unendlich viel größer ist als bei Gegenständen der Naturerkenntnis, bringt auch Sombart vollständig zur Geltung. Daß aber die Technik nicht bloß auf die Volkswirtschaft, sondern diese auch auf die Technik von Einfluß ist, erörtert Sombart durch den Hinweis, daß zur allgemeineren Verwertung der neueren technischen Erfindungen vor allem ein beträchtliches Kapital, eine große Nachfrage, also ein ausgedehnter Warenmarkt gegeben sein muß, und daß überdies das Bedürfnis nach der technischen Neuerung, z. B. wegen hoher Arbeitslöhne, vielfach den Ausschlag gibt. Man braucht ferner nur im täglichen Leben zu sehen, wie die Bedürfnisse selbst durch neue Einrichtungen geweckt werden, besonders auf dem Gebiete des Verkehrs, der Beleuchtung u. s. w., wie die Anspannung aller Kräfte, welche die moderne technische Entwickelung auf sozialem Gebiete hervorgerufen hat, geradezu physiologisch umgestaltend auf die Menschen, ihre Lebensweise und Bedürfnisse gewirkt hat, und man wird sich überzeugen von den auch in der Gegenwart andauernden Wechselbeziehungen zwischen der technischen und der wirtschaftlich-sozialen Entwickelung.

So wertvoll nun solche Untersuchungen sind, sie werden erst dann über Allgemeinheiten hinauskommen, wenn einmal das Grenzgebiet

---

1) Werner Sombart, Technik und Wirtschaft, Vortrag, gehalten in der Gehe-Stiftung zu Dresden, Dresden 1901.

zwischen Technik und Nationalökonomie bis in die Einzelheiten bearbeitet ist. So möge man das Eingehen auf die wesentlichen technischen Momente bei den verschiedenen Betriebskräften in der nachfolgenden Darstellung beurteilen. Dem Techniker wollen wir damit gewiß nichts Neues sagen, sondern nur an technischen Thatsachen in das Grenzgebiet zwischen Technik und Nationalökonomie herübernehmen, soviel als notwendig ist. Außerdem wird man über allgemeine Sätze auf diesem Gebiete nie hinauskommen[1]). Der technische Stoff ist für dieses Forschungsgebiet ebenso Voraussetzung, wie für die Geschichtsphilosophie ein gewisser Abschluß der historischen Einzelforschung. Erst wenn das Aufgehen der Technik in die Nationalökonomie durch das Medium der Ökonomik genau dargestellt ist, ist der Weg geebnet für allgemeinere Betrachtungen und Untersuchungen. Dann wird man die Gesichtspunkte, die in dem Stoffe selbst liegen, die Entwickelungstendenzen der Technik selbst ergründet haben und weiter verwerten können. Bis jetzt sind nur wenige fruchtbare Ideen in dieser Richtung zu Tage gefördert worden. Das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes ist gewiß sehr anwendungsfähig, aber auch eine sehr abstrakte Idee. Beachtenswert ist der Gedanke der Organprojektion von Ernst Kapp[2]), wobei es sich um mehr als eine der vielen biologischen Analogien handelt. Kapp sucht nachzuweisen, daß der Mensch in seinen technischen Erfindungen, in welchen er doch gänzlich von seinem Bewußtsein abzuhängen scheint, dennoch unbewußt Form, Funktionsbeziehung und Normalverhältnis seiner leiblichen Gliederung auf die Werkzeuge seiner Hand überträgt, so daß ihm erst nachträglich das Zustandekommen seiner Mechanismen nach organischem Vorbilde und der Zusammenhang seines Organismus mit den scheinbar frei erfundenen Mechanismen bewußt wird[3]). Einen

---

[1]) Man vergleiche nur Herrmanns Ausführungen über den Reichtum an Elementarkräften in „Prinzipien der Wirtschaft", Wien 1873. Danach besitzt der Rheinstrom vom Bodensee bis zur Mündung 620 000 P.S. Wie wenig man mit solchen allgemeinen Sätzen anfangen kann, werden wir bei der technisch-ökonomischen Würdigung der Wasserkraft noch darlegen.

[2]) E. Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik, Braunschweig 1877.

[3]) Dagegen wird geltend gemacht, daß man hierbei zwischen einfachen Werkzeugen und spezialisierten Maschinen wohl unterscheiden müsse; „während das undifferenzierte Werkzeug wirklich eine bloße Fortsetzung des Armes ist, steigt

ähnlichen Gesichtspunkt, wie ihn Kapp hier auf dem Gebiete der Arbeitsmaschine gefunden hat, glauben wir in unserer nachfolgenden Darstellung bezüglich der technischen Betriebskräfte festgestellt zu haben. Wir meinen nämlich die unbewußte Entwickelung der menschlichen Technik in der Richtung zur unmittelbaren Naturkraft. Das alte, allgemeine Problem der Rückkehr zur Natur, aber nicht als Rückschritt zum Urzustand, sondern als Endziel der Kulturentwickelung tritt auch bei tieferem Eingehen auf das technische Gebiet hervor. Die unmittelbare Naturkraft, vom Menschen ausgebaut — wie man bei der Wasserkraft sagt —, alles Zufälligen und Unregelmäßigen entkleidet, ist das Ziel, auf welches unsere Darstellung der technischen Betriebskraft in technisch-ökonomischer Beziehung verweist. Damit treten wir aber aus dem Bereiche der allgemeinen Theorie der Technik in unser besonderes Stoffgebiet der technischen Betriebskräfte ein.

Der ausschlaggebende Grund, warum sich unsere Zeit als Zeitalter des Verkehrs und der Maschine so scharf von den früheren Epochen der Kulturentwickelung abhebt, liegt weniger in den Erfindungen neuer Maschinen und Verkehrsmittel an sich, als vielmehr in der Erfindung neuer Betriebskräfte, bezw. Kraftmaschinen[1]) für diese. Gewiß hat die Betriebskraft für die Technik nur geringe Bedeutung, wenn sie nicht durch das Mittel geeigneter Maschinen ihre volle Wirksamkeit entfalten kann, allein die neu erfundenen Maschinen hätten vielfach auch durch die früher bekannten Betriebskräfte, durch Wasser- und Windkraft, zum Teil auch durch tierische Kraft in Bewegung gesetzt werden und eine, wenn auch erheblich geringere Leistungsfähigkeit entfalten

---

erst das spezialisierte in die reine Kategorie des Objektes auf"; Simmel, „Persönliche und sachliche Kultur" in der Neuen Deutschen Rundschau, Bd. 11 S. 700 ff.

[1]) Auch Lexis, im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Art. „Maschinenwesen", unterscheidet Kraft- oder Bewegungsmaschinen einerseits, Arbeits- oder Werkzeugsmaschinen andererseits: „Die ersten dienen dazu, eine von der Natur gegebene Kraft zur Leistung irgend einer mechanischen Arbeit, d. h. zur Überwindung eines Widerstandes verfügbar zu machen; mittels der letzteren aber soll die zur Verfügung gestellte Energie verwertet werden zur Erzeugung bestimmt vorgeschriebener Formen der Bewegung oder der Verarbeitung von Körpern. Die Transportmaschinen sind Motoren, die sich selbst und alles, was mit ihnen verbunden ist, in Bewegung setzen." Ähnlich Reuleaux, Die Maschinen in der Arbeiterfrage, 1885, und Kleinwächter bei Schönberg, Handbuch der politischen Ökonomie, in dem Aufsatze über die volkswirtschaftliche Produktion im allgemeinen.

können[1]). Durch die Erfindung neuer Betriebskräfte, der Dampfkraft und der Elektrizität, wurde vor allem eine außerordentliche Verbilligung der Produktion — besonders gegenüber der menschlichen und tierischen Arbeit —, ferner die Möglichkeit beliebiger Vermehrung und unausgesetzter Arbeitsleistung der Betriebe — besonders gegenüber den Wind- und Wasserkraftanlagen — und schließlich die freie Verfügung bezüglich des Standortes erreicht. Nun erst war es möglich, die industriellen Betriebe an den Orten anzulegen, wo die notwendigen Rohstoffe sich fanden, oder wo Handel und Verkehr, der Bezug und Absatz der Industrie zweckmäßig erfolgen konnten.

Die technischen Betriebskräfte bilden bei aller äußeren Verschiedenartigkeit insoferne eine einheitliche Gruppe, als ihnen zur Krafterzeugung durchwegs die Wärme, d. h. die Energie der Sonne, zu Grunde liegt. Die aus dem Innern der Erde heraufdringenden vulkanischen Erwärmungen können dagegen außer Betracht bleiben, trotzdem sie z. B. in den Geisern Islands mächtige Springstrahlen zu Tage fördern; ebensowenig kommen die mechanischen Richtkräfte hier in Betracht, die wir überdies wahrscheinlich ebenfalls der Sonnenbestrahlung zuzuschreiben haben[2]). Die Energie der Sonne ist so bedeutend, daß die unserer Erde in einer Stunde zugehenden Sonnenwärme eine Wassermenge von 4 Kubikmeilen bei entsprechender Konzentration auf diese Stelle zum Sieden bringen könnte. Diese Wärmekraftspendung hat, wie Reuleaux sich ausdrückt, eine Gegenwarts- und eine Vergangenheitsform. Gegenwärtig, zu unserer Anschauung und Beobachtung, geschieht die Hebung des Wassers auf Berges- und Hochgebirgshöhen, von denen es niederrinnt, aber dabei von uns zur Arbeit angehalten wird. In fernvergangenen Zeiten dagegen legte die Sonnenwärme

---

[1]) „Schon vor der Einführung der Dampfmaschine war der Anstoß zur Einführung neuer, wunderbarer Arbeitsmaschinen in die britische Spinnerei und Weberei (1767) geschehen. Die gesamte Textilindustrie, wie ein großer Teil der Metallindustrie würden auch ohne Erfindung der Dampfmaschine heute dem Großbetrieb angehören; man wäre eben nur genötigt gewesen, die Wasserkraft in viel ausgedehnterer Weise zu benützen." Haushofer, Das deutsche Kleingewerbe in seinem Existenzkampfe gegen die Großindustrie in der Sammlung „Deutsche Zeit- und Streitfragen" Nr. 218.

[2]) Reuleaux, Die wirtschaftliche Zukunft der Kraftverwertung, ein Beitrag zur Kohlenfrage, Sammlung populärer Schriften der Gesellschaft Urania, Nr. 56. Vgl. auch Slaby, Das Gesetz von der Erhaltung der Energie und seine Bedeutung für die Technik (Rede), Berlin 1895.

Haltungen ihrer selbst bei uns an, wie Reuleaux sich ausdrückt, teils in festen Stoffen wie Kohlen und Torf, teils in kohlenstoffreichen Flüssigkeiten und Gasen, also durchweg in großen, der Verbindung mit dem Sauerstoff ruhig entgegenharrenden Kohlenstoffmengen. „Jahrtausende nicht nur, sondern Jahrmillionen alt ist diese Sparhaltung und von einer Mächtigkeit, gegen welche die heutige Kohlenstoffansammlung in den Pflanzen verschwindend gering ist, zumal der Mensch sie noch anderweitig verbraucht [1])." Zu der gegenwärtigen Krafterzeugung aus der Sonnenwärme gehört außer der direkten Verwendung der Sonnenenergie die umgeformte Sonnenenergie des Windes, des gehobenen und abfließenden Wassers und der Flutwelle. Umgeformte Sonnenenergie der Vergangenheit verwenden wir bei der Krafterzeugung durch Kohle, Holz, Petroleum und Gas.

Die Unterscheidung der Naturkräfte nach Reuleaux erscheint uns aber nicht praktisch für die Einteilung der technischen Betriebskräfte, da es schwierig sein dürfte, ohne naturwissenschaftliche Kontroversen zu erörtern, in die Gegenwarts- und Vergangenheitsform der Sonnenwärme die Elementarkräfte der technischen Betriebskräfte einzureihen. Wir erwähnen nur die Spiritusmotoren, die elektrische Kraftübertragung und die Wasserkraft mit elektrischer Übertragung. Wir machen für den praktischen und systematischen Zweck unserer Darstellung die Unterscheidung von technischen Betriebskräften mit unmittelbarer Naturkraft, von solchen mit mittelbarer Naturkraft und von Betriebskräften mit kombinierter Naturkraft. Unsere Unterscheidung baut sich auf dem zur Zeit noch gültigen und von der Wissenschaft noch anerkannten Unterschied zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen auf.

Als unmittelbare technische Betriebskräfte sollen diejenigen bezeichnet werden, welche mit Hilfe physikalischer Vorgänge die dem Menschen von der Natur in verwertbarer Form dargebotenen Energiemengen ausnützen (Windmotor, Wassermotor, Sonnenmotor). Eine physikalische Energie ist auch die Elektrizität, allein nicht in dem Sinne einer für die technischen Betriebskräfte unmittelbar brauchbaren Naturkraft. Die Art von elektrischer Energie, welche eine unmittelbare physikalische Naturkraft darstellt, spielt weiterhin in unserer Darstellung keine Rolle; weiterhin handelt es sich vielmehr bei der Elektrizität um eine durch einen technischen Prozeß, also auch wieder mittelbar erzeugte elektrische

[1]) Reuleaux a. a. O.

Energie und deshalb wird die elektrische Energie, soweit sie überhaupt bei den Betriebskräften eine Rolle spielt — es handelt sich ja dabei nicht um eine Betriebskraft selbst, sondern um eine Kraftvermittelung —, weiterhin nicht als unmittelbare, sondern als mittelbare Naturkraft bezeichnet. Von Zeit zu Zeit hört man von Entdeckungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik, wonach es gelungen sei, die physikalische Elektrizität der Atmosphäre unmittelbar, d. h. ohne Verwendung von Chemikalien oder Dynamomaschinen zu verwenden und motorischen Zwecken dienstbar zu machen. Es ist aber dabei bis jetzt noch nie etwas Praktisches herausgekommen.

Die technischen Betriebskräfte mit mittelbarer Naturkraft sind diejenigen, welche in der Natur vorrätige Energiemengen mit Hilfe eines chemischen Vorgangs auslösen, ferner die auf mittelbarem Wege erzeugte, also die nicht in solcher Form in der Natur vorkommende physikalische Energie der Elektrizität. Thatsächlich finden sich ja auch viele Fälle, in denen die Elektrizität auf chemischem Weg (in Elementen) gewonnen wird. Zu Kraftzwecken geschieht dies allerdings in der Regel nicht. Dagegen würde die Lösung einer großen Aufgabe des 20. Jahrhunderts — die direkte Erzeugung der Elektrizität aus Kohle — jedenfalls einen chemischen Vorgang zu Hilfe nehmen müssen.

Die dritte Gruppe bilden die technischen Betriebskräfte mit kombinierter Naturkraft, also Wasserkraft mit Dampfreserven oder mit elektrischer Übertragung oder mit beiden zusammen, Windmotoren mit elektrischen Akkumulatoren u. s. w. Wir glauben, daß diese Unterscheidung naturwissenschaftlich nicht falsch ist, für eine Nationalökonomie der technischen Betriebskräfte aber eine praktische Einteilung bedeutet.

2. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte mit unmittelbarer Naturkraft.

Als die älteste Betriebskraft der gewerblichen Arbeit ist jedenfalls die animalische, die tierische und menschliche Muskelkraft, anzusehen. Sie wurde bald gesteigert durch einfache technische Hilfsmittel, wie Winden, Göpel und Schwingbäume. Als Arbeitseinheit beim Messen von Kraftquellen gilt heute noch in Erinnerung an die animalische Kraft die Pferdekraftstunde, d. i. die Arbeitssumme, welche ein schweres

Pferd bei forcierter Anstrengung in einer Stunde leisten kann. Diese Leistung entspricht der einer Maschine, welche in 1 Sek. 75 kg 1 m hoch hebt[1]).

Daß die animalische Kraft als bloße Betriebskraft, bei welcher es nicht auf besondere Qualität der Arbeitsleistung ankommt, mit den neueren gewerblichen Betriebskräften nicht mehr wettbewerbsfähig ist, ergibt sich ganz einfach aus der Kostenberechnung. Sehr oft ist aber die Qualität der Arbeit ausschlaggebend. In dieser Beziehung kommt zu Gunsten der maschinellen Betriebskraft hinzu die Dauerhaftigkeit und Gleichmäßigkeit in der Wirkung. Oft aber entscheiden andere Qualitäten der Arbeitsleistung. Vergleiche zwischen den Kosten der animalischen und der maschinellen Betriebskräfte sind heute noch da von Bedeutung, wo die maschinelle Betriebsweise in Gebiete vordringt, auf welchen sich die Verwendung tierischer und menschlicher Kraft noch erhalten hat. So

---

[1]) Daß der Begriff „Pferdekraft" ein glücklich gewählter ist, wird in neuerer Zeit schon wegen der schlechten Mehrzahl „Pferdestärken" und „Pferdekräfte" bestritten. Auch gehen die Anschauungen über die Leistungsfähigkeit eines Pferdes sehr auseinander. In der französischen Dampfmaschinenstatistik wird nach Lexis (im Handwörterbuch der Staatswissenschaften) die Pferdestärke der Leistungsfähigkeit von 3 wirklichen Pferden oder von 21 Männern gleichgeschätzt. Man hat deshalb auch schon Abänderungsvorschläge gemacht. So wurde neuerdings von Drexler (Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1899 Nr. 41) vorgeschlagen, die Bezeichnung „Pferdestärke" bezw. „Pferdekraft" durch eine neue in das dekadische System passende Größe zu ersetzen. Die Bezeichnung „Pferdestärke" als Äquivalent von 75 mkg sei insoferne unglücklich gewählt, als man darunter sich nicht die Leistung eines Pferdes vorzustellen hat, ferner, weil die Rechnung mit Pferdestärken und deren Umrechnung in elektrische Maßeinheiten eine recht umständliche sei. Drexlers Vorschlag geht dahin 100 mkg als technische Arbeitseinheit anzunehmen und diese etwa mit Leistungseinheit oder kurzweg Einheit zu bezeichnen. Im Anschluß an die Ausführungen Drexlers erklärt Czischek (Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1899 Nr. 42) die willkürliche Wahl der 75 mkg als Arbeitseinheit = 1 P.S. folgendermaßen: Die besten englischen Pferde zur Zeit Watts leisteten in der Minute nur 22000 engl. Fußpfund, d. h. in der Sekunde 50 mkg bei 6 stündiger Arbeitszeit im Tage. Watt nahm aber die Pferdekraft = 33000 engl. Fußpfund für die Minute an, d. h. 75,9 mkg Arbeit in der Sekunde, worauf man nach Abrundung schließlich auf 75 mkg kam. Professor Czischek hält die Wahl der auf das metrische Maß- und Gewichtssystem gegründeten Einheit von 100 mkg ebenfalls für empfehlenswert; diese Einheit ist auch bereits seit dem Jahre 1889 bei den französischen Ingenieuren in Gebrauch und wird mit ein Poncelet bezeichnet.

besonders bei der landwirtschaftlichen Arbeit, dann beim Transport, Schiffszug durch Pferde u. s. w.[1]).

Für den landwirtschaftlichen Betrieb liegt uns eine vergleichende Kostenberechnung von Siemens und Halske vor[2]). Danach belaufen sich die Betriebskosten[3]), inbegriffen Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sowie Kosten für Futter und Bedienung beim tierischen Betrieb, dann die Betriebskosten bloß für Kohle, sowie für das Schmier- und Putzmaterial beim maschinellen Betrieb für eine Pferdekraftstunde durch Pferde oder anderes Zugvieh in mittleren deutschen Verhältnissen auf 40—50 Pfg., für die Pferdekraftstunde einer großen stationären Dampfmaschine aber auf 3—6 Pfg. Die Überlegenheit der maschinellen Kraft wäre in diesem Falle ganz außer Zweifel, wenn nicht, wie wir schon vorausgeschickt haben, die Qualität der Arbeit manchmal wichtiger wäre, wie die Billigkeit der Kraft. Für den landwirtschaftlichen Betrieb z. B. nützt die billige Krafterzeugung in einer stationären Kraftstation an sich noch nicht viel, die Hauptsache ist hier, daß die Kraft überall auf dem weiten Arbeitsfelde zur Verfügung steht, daß also entweder an die Stelle der stationären Kraftmaschine ein leicht transportabler und keine Betriebsschwierigkeiten bietender Motor tritt, oder

---

[1]) Beim Schiffszug hat man berechnet, daß die gesamten Betriebskosten incl. Amortisation für 15 Pferde pro Tag 37 Kronen 92 Heller betragen, wobei die Dauer der Brauchbarkeit eines Pferdes auf 10 Jahre angesetzt ist (Krenedtits „Animalische und Dampfpferdekräfte" im „Schiff" 1901 Nr. 1115). Nach einer Berechnung Osthoffs kostet ein 10 Stunden arbeitendes Pferd nebst Fuhrmann 8,25 Mk.; eine solche das ganze Jahr hindurch arbeitende Pferdekraft also $\frac{24}{10} \cdot 8{,}25 \cdot 365 = 7227$ Mk.

[2]) Siemens u Halske, Die Elektrizität in d. Landwirtschaft, Berl. 1901.

[3]) Man unterscheidet vielfach auch direkte und indirekte Betriebskosten. Die direkten Betriebskosten bestehen je nach der Kraftquelle

1. aus den Beträgen für elektrischen Strom
„ „ „ „ Dampf
„ „ „ „ Betriebsgas,

2. aus den Unterhaltungs- und Reparaturkosten sowie denjenigen für Putzwolle, Schmieröl u. s. w.,

3. aus den Bedienungskosten.

Die indirekten Betriebsausgaben bestehen dann aus den Kosten für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Die letzteren werden auch vielfach als Anlagekosten den direkten Betriebskosten, welche dann einfach als Betriebskosten erscheinen, gegenübergestellt.

daß eine Kraftübertragung die in der Kraftstation billig erzeugte mechanische Energie mit möglichst geringen Übertragungsverlusten auf die einzelnen Arbeitsstellen verteilt. Bezüglich der Billigkeit ist noch zu berücksichtigen, daß bei der obigen Gegenüberstellung von Siemens und Halske auch der große Aufwand für das Anlagekapital der Maschine zu berücksichtigen ist, welches erheblich höher ist als bei der Verwendung von tierischer Arbeit. Anders liegt die Sache bei der eigentlichen Industrie, wo die Billigkeit der Betriebskraft und ihre gleichmäßige, dauernde Wirksamkeit den Ausschlag gibt und keine besondere Qualität der Kraftleistung in Betracht kommt.

Seit Beginn des neueren maschinellen Zeitalters bis auf den heutigen Tag hat man oft schon berechnet, wie viele menschliche und tierische Kräfte nötig wären, um die fortwährend sich steigernde Verwendung von technischer Betriebskraft zu ersetzen. So schrieb F. L. G. von Raumer [1]) im Jahre 1835: „Was jetzt 350000 Menschen erzeugen, dazu würden vor 50 Jahren 42 Millionen Menschen erforderlich gewesen sein. Nach einer Berechnung bringt jetzt einer soviel zu stande wie damals 150, nach einer anderen Berechnung soviel als 266 Personen in älterer Zeit.“ Hierbei ist wohl in erster Linie an die Wirkung der Arbeitsmaschine gedacht; die technische Betriebskraft speziell betreffen die weiteren Sätze: „Mit einem Bushel Kohlen, welcher $^1/_4$ Schilling kostet, hebt die Dampfmaschine soviel Wasser, als Menschenkräfte, die 50 Schilling kosten würden. Sollten die in England verbrauchten Kohlen durch Menschenhände herbeigeführt werden, so müßte man die ganze ackerbautreibende Bevölkerung dazu gebrauchen.“ Vor kurzem hat die englische Zeitschrift The Machinery Market ähnliche Betrachtungen an die Leistungsfähigkeit des Schnelldampfers „Deutschland“, der von allen Schiffen die stärksten Maschinen besitzt, geknüpft. Danach entwickele die Dampfmaschine dieses Schiffes für je $^2/_3$ kg verbrauchter Kohlen etwas über 1 Pferdekraft auf 1 Stunde. Das sei die höchste Ausnutzung der Kohle, die bei Schiffsmaschinen vorkomme. Wenn man nun 1 Pferdekraft gleich der Kraft von 14 Menschen rechne, so ergebe sich, daß eine Tonne Kohlen ebensoviel Kraft entwickele, wie ein Mensch in sechsjähriger Arbeit, bei 3000 Arbeitsstunden pro Jahr. Die „Deutschland“ brauche zur Entfaltung

[1]) F. L. G. von Raumer, England im Jahre 1835, Leipzig 1836, I. Teil.

ihrer Schnelligkeit von über 23 Seemeilen eine Maschinenleistung von 35 600 Pferdekräften. Wollte man versuchen, das Schiff einmal mit gleicher Schnelligkeit durch Menschenkraft fortzubewegen, so käme man nach dem gleichen Verhältnis (1 : 14) auf die Zahl von 498400 Ruderern, die man brauche, außer den Ablösungsmannschaften, denn die Maschinen arbeiten Tag und Nacht unaufhörlich. Bei achtstündiger Arbeitszeit jeder Ruderergruppe wären 1585200 Ruderer für die Fortbewegung des Schiffes mit gleicher Schnelligkeit wie jetzt nötig.

Eine andere elementare Naturkraft, die strömende, atmosphärische Luft, d. h. der Wind, wird gleichfalls schon seit den ältesten Zeiten, wenigstens in der einfachen Form des Segels, von den Menschen als Betriebskraft verwendet. Doch blieb der Wind von jeher infolge der Beschränktheit der Kraftäußerungen, sowie wegen der Unregelmäßigkeit und Unbeständigkeit ein Motor von sehr untergeordnetem Werte für die Industrie.

Es erklärt sich hieraus, daß von wichtigen Erfindungen und Verbesserungen im Fache der Windräder aus neuerer Zeit wenig zu berichten ist [1]). Naturgemäße theoretische Ansichten über die Gestalt der Windflügel entwickelte zuerst Mac Laurin im Jahre 1742, nachdem bis dahin die Praxis gänzlich in empirischem Dunkel gewandelt und von früheren Theoretikern sogar auf falsche Wege geführt worden war. Hinsichtlich der praktischen Ausführung dieser Maschinerie ist die Vorrichtung zu erwähnen, vermöge welcher der Flügelapparat sich von selbst nach der Windrichtung umstellt. Die technische Unvollkommenheit, die in der Veränderlichkeit der Kraftleistung liegt, hat dahin gewirkt, daß die besonders zum Getreidemahlen verwendeten Windmühlen immer mehr durch den Wettbewerb der großen Dampfmühlen verdrängt werden; auch kann man in Norddeutschland vielfach frühere Windmühlen sehen, deren Flügel abgenommen sind, weil das Werk selbst durch einen neueren Motor in Betrieb gesetzt wird. Eine Änderung in der Bedeutung des Windmotors überhaupt ist unseres Erachtens vielleicht davon zu erwarten, daß diese Betriebskraft in Verbindung mit elektrischen Akkumulatoren, durch welche ihre Veränderlichkeit ausgeglichen wird, gesetzt wird.

Als eine weitere Betriebskraft mit unmittelbarer Naturkraft er-

---

[1]) Karmarsch, Geschichte der Technologie, III. Abschn., Geschichte der wichtigeren Industriezweige, I. Bewegungsmaschinen, S. 195 ff.

scheint die direkte Verwendung der Sonnenwärme. Die Wärme der Sonnenstrahlen als Bewegungsmittel zu benützen in sogenannten Sonnenmaschinen, ist, wie Karmarsch[1]) mitteilt, ein Projekt neuesten Ursprungs.

Der berühmte Ericson soll kurz vor seinem Tode (1868) in New-York eine kleine Maschine zustande gebracht haben, in welcher die durch direkte Sonnenstrahlen auf 250° C. erhitzte atmosphärische Luft das Bewegende war. Für das Jahr 1870 wird berichtet, daß Mouchot in Frankreich mittels der durch Brennspiegel konzentrierten Sonnenstrahlen Wasserdampf von 5 Atmosphären Spannung in einem Kesselchen von 6 l Inhalt erzeugt habe. Sonnenmotoren neuesten Systems sind in Amerika in Thätigkeit und neuerdings in einer amerikanischen Zeitschrift[2]) beschrieben worden. Hiernach stellt ein in Süd-Pasadena in Kalifornien im Betriebe befindlicher Sonnenmotor einen riesigen, auf einem großen Gestelle montierten Hohlspiegel dar. Lange Zeit hindurch war es sehr schwierig, solche Hohlspiegel von größeren Dimensionen herzustellen, aber man half sich schließlich über diese Schwierigkeit hinweg, indem man die Oberfläche des Konkavspiegels aus einzelnen kleinen Glasstücken oder Spiegeln zusammensetzte und diese einzelnen Teile unter solchen Winkeln gruppierte, daß jeder Sonnenstrahl, gleichviel an welcher Stelle des Hohlspiegels derselbe auffällt, nach einem bestimmten Punkte, dem Brennpunkte des Spiegels, reflektiert wird. Der Betrag der auf diese Weise im Brennpunkt zentralisierten Hitze muß gleich sein der Summe jener Wärmemengen, die durch jeden einzelnen kleinen Spiegel reflektiert werden und würde also, da schon Linsen von 3—4 Fuß Durchmesser Granitstücke oder gußeiserne Blöcke in wenigen Sekunden zu schmelzen vermögen, bis zu einer fabelhaften Höhe getrieben werden können, wenn die Möglichkeit bestünde, Reflektoren mit großen Konzentrationsfeldern herzustellen[3]). Der in Süd-Pasadena aufgestellte Sonnenmotor vermag schon eine Stunde nach Sonnenaufgang in dem, in seinem Brennpunkt angebrachten, röhren-

---

[1]) Karmarsch a. a. O.

[2]) Solar motors, by Charles F. Holder, Scientific american, 84. Bd., Nr. 11, New-York 1901.

[3]) Holder a. a. O. „the iron would melt in less than a millionth of a second, suggesting the possibilities in this direction with enormous reflectors, or groups of small ones.“

förmigen, 400 l Wasser fassenden Dampfkessel soviel Dampf zu entwickeln, daß er ein mit ihm verbundenes Hebewerk arbeiten läßt, welches in einer Stunde 5600 l Wasser hebt. Vermittelst sinnreicher Vorrichtungen dreht sich dieser ungeheuere Apparat von selbst nach der Sonne und arbeitet auf diese Weise selbstthätig den ganzen Tag, gleich einer Windmühle, unabhängig von der Beaufsichtigung eines Arbeiters oder eines Wärters; auch die Ölung erfolgt automatisch. Aus der Verrichtung, die dem Sonnenmotor in Kalifornien zugeschrieben ist, nämlich das Pumpen und Verleiten von Wasser über weite, unfruchtbare Gegenden, erhellt, daß es sich nicht um eine große Spielerei handelt, sondern um eine praktische Maschine, die geradezu das Ideal eines Krafterzeugers genannt werden muß, die aber leider nur da praktische Verwendung finden kann, wo der Sonnenschein so andauernd und stark ist, wie in Süd-Kalifornien. In den dürren, unfruchtbaren Regionen von Colorado, Utha, dem bereits genannten Kalifornien und den anstoßenden Staaten und Territorien, die sehr weitausgedehnte Flächen darstellen, sind Kohlen und andere Brennmaterialien häufig sehr spärlich oder doch nur mit bedeutendem Kostenaufwand zu beschaffen, und da ist es gerade der Sonnenmotor, der Ersatz leisten könnte. Vielleicht kann dieser Motor auch noch für Gebiete, wie die afrikanischen Kolonien bedeutungsvoll werden, namentlich wenn es gelingt, durch Verbindung des Sonnenmotors mit einer Dynamomaschine Elektrizität in Akkumulatoren aufzuspeichern, wodurch die Lücken im Betriebe des Motors ausgeglichen werden könnten. Solange dieses nicht der Fall ist, hat auch diese auf unmittelbare Naturkraft begründete technische Betriebskraft den großen Nachteil der Unregelmäßigkeit oder Ungleichmäßigkeit und wird dadurch für eigentliche industrielle Zwecke unbrauchbar.

Wie die Strömung der atmosphärischen Luft, der Wind, so wird auch der mit dem Kreislauf des Wassers verbundene Kraftaufwand für die Erzeugung technischer Betriebskraft benutzt. Die Wärmekraftleistung, die uns im fallenden Wasser zur Verfügung steht, hat insoferne Ähnlichkeit mit der Dampfkraft, als das Wasser durch die natürliche Wärme, also die Sonnenwärme, verdampft und in die Höhe gehoben wird. Dadurch erst ist die Vorbedingung für die Kraftleistung gegeben, welche dann mit dem wieder herabfallenden Wasser als unmittelbare Naturkraft gewonnen wird. Die Verwertung des Wassers als Betriebskraft besteht in der Rückgewinnung und Nutzbarmachung der Energie, welche dem Wasser durch die atmosphärische Hebung übertragen worden ist.

Waren die atmosphärischen Vorgänge ihrerseits befähigt, das Wasser in die größten Höhen emporzutragen, in denen der Mensch einen materiellen Reservoirraum leider weder natürlich vorfinden, noch auch künstlich herstellen kann, so wird andererseits — wie Holz[1]) den Vorgang darstellt — durch diese Hebung das Wasser in den Stand gesetzt, nach Herstellung passender Zwischenmittel Lasten zu heben, überhaupt Arbeit zu leisten, indem es seinerseits in der Richtung der Schwerkraft einen Weg zurücklegt, also Höhe verloren gibt. Dementsprechend besteht zwischen der eigentlichen Wasserkraftausnützung zu motorischen Zwecken und andererseits dem Transport der Schiffe und ihrer Lasten auf den Wasserwegen naturwissenschaftlich ein Unterschied insofern nicht, als in beiden Fällen die Energie des atmosphärisch gehobenen Wassers zur nützlichen Verwertung gelangt. Hierbei soll die künstliche Hebung, wie sie auf beiden Seiten in zahlreichen Fällen vorkommt, außer Betracht bleiben. Das Arbeitsvermögen des atmosphärischen Niederschlages überhaupt berechnet Reuleaux[2]) auf ca. 100 000 Millonen P.S. Die Gefälle, welche in einem Strome mit regelmäßigen Querschnitten den Lauf des Wassers vom Gebirge zum Meere bewirken, sind nur Bruchteile der wirklich vorhandenen Gefälle[3]). Der auf das feste Land entfallende Teil des Wasserkreislaufes gebraucht nur einen kleinen Teil der in dem Produkt Abflußmenge mal Fallhöhe vorhandenen Arbeitsgröße. Der übrige Teil der Arbeit wird nicht allein nutzlos, sondern sogar zum Schaden der Kultur verwendet, denn ihm verdanken wir die Überschwemmungen und die Zerstörungen der Flußufer. Die theoretische Menge der Pferdekräfte, welche wir unseren Flüssen zu entziehen vermöchten, wenn wir sie dauernd gleichmäßig durch ihre völlig geregelten Betten fließen lassen könnten, würde nach Millionen zu zählen sein, doch haben solche Berechnungen wenig Wert.

Als Bewegungsmaschine für die Wasserkraft tritt schon im Altertum das Wasserrad auf, während die Windmühlen erst im Mittelalter aufkamen, wenn auch die einfachste Vorrichtung zur Verwertung der Kraft des Windes, das Segel, schon aus der Urzeit stammt[4]). Bis

---

[1]) Holz, Nutzbarmachung von Wasserkräften in Verbindung mit der Herstellung kanalisierter Schiffahrtswege. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1898. Heft 1.

[2]) Reuleaux, Geschichte der Dampfmaschine, 2. Aufl., Braunschweig 1891.

[3]) Bubendey, Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1897, Heft 2 u. 3.

[4]) Lexis a. a. O.

zur Mitte des 18. Jahrhunderts war, wie Karmarsch schreibt[1]), die Konstruktion der Wasserräder ein rein empirisches Geschäft, denn die allerdings vereinzelt vorhandenen theoretischen Untersuchungen hatten den Gegenstand von praktisch unfruchtbaren Gesichtspunkten aufgefaßt. Es handelt sich hier um die vertikalen ober-, mittel- und unterschlächtigen Wasserräder, für welche in der Folgezeit wichtige Verbesserungen in Bezug auf die Herstellung eiserner Räder, auf größere Dimensionen des Radkranzes, Gestalt, Stellung und Anzahl der Schaufeln, Verbindung des Kranzes mit der Welle, Umlaufgeschwindigkeit, Anbringung eines verzahnten Ringes am Wasserradkranze, auf Verbesserung der Gerinne und Schützen gemacht wurden. Horizontale Wasserräder, von allerdings sehr unvollkommener Bauart, — nämlich durch den Stoß des aus einem Gerinne fließenden Wassers umgetrieben, — sind seit Jahrhunderten bekannt und kommen noch jetzt unverändert in verschiedenen Gebirgsgegenden des südlichsten und nördlichsten Europa vor. Wieder eine andere Klasse bilden die Reaktionsräder[2]), deren Ursprung in dem von Segner 1730 erfundenen Wasserrade zu finden ist. Ausführungen dieses Prinzipes in abgeänderten Formen sind von Leonhard Euler 1750 vorgeschlagen, jedoch nie praktisch geworden. Erst später wendete man sich den Reaktionsrädern zu und es folgten nacheinander die betreffenden Erfindungen in Frankreich von Dectot (1813) und Burdin (1824, 1826), in Nordamerika von Wing 1836 und wieder in Frankreich von Passot 1838. Der obengenannte Burdin hatte seinem Rade den Namen „Turbine“ gegeben (vom lateinischen turbo = Kreisel, also Kreiselrad). Zwischen der Turbine und dem Wasserrad besteht aber ein wesentlicher Unterschied. Wir haben horizontale Turbinen, aber auch solche mit horizontaler Achse, also vertikale Turbinen. Der Unterschied zwischen Wasserrad und Turbine liegt in der Wirkung des Wassers. Wirkt das Wasser so, daß es relativ (im Vergleich mit den bewegten Teilen des Motors) zur Ruhe kommt, so liegt ein Wasserrad vor; wirkt das Wasser aber so, daß es gegenüber dem sich drehenden Motor immer noch eine relative Bewegung besitzt, so hat man es mit einer Turbine zu thun. Ob dabei das Rad senkrecht oder wagrecht liegt, ist ganz gleichgültig[3]). Die erste

[1]) Karmarsch a. a. O.

[2]) Karmarsch a. a. O.

[3]) Vgl. Lueger, Lexikon der gesamten Technik, Bd. VII, Art. „Wassermotoren“.

Turbine im jetzigen Sinne des Wortes war die von Fourneyron aus dem Jahre 1827, welche in Deutschland seit 1836 nachgebaut, bald aber modifiziert und verbessert wurde, so namentlich von Henschel in Kassel 1837 und von Nagel in Hamburg 1839. Seitdem sind noch viele mehr oder weniger veränderte Turbineneinrichtungen zum Vorschein gekommen. Die Wassersäulenmaschine, bei welcher durch den Druck einer hohen Wassersäule die hin- und hergehende Schiebung eines Kolbens in einem Cylinder hervorgebracht wird, verdankt ihr Entstehen höchst wahrscheinlich dem Vorbilde, welches durch die Dampfmaschine gegeben wurde, und folgt in der That nicht sehr lange nach dieser letzteren. Ein höchst bedeutender Schritt zur Vervollkommnung dieser Maschinen geschah 1808—1817 durch Reichenbach, der sie zur Soolenhebung in großartigem Maßstabe benutzte. In neuerer Zeit sind natürlich auch die Wasserturbinen mit dem Fortschritt des gesamten modernen Maschinenbaues entsprechend vervollkommnet[1]) und durch rationelle Massenfabrikation verhältnismäßig verbilligt worden. In der Pariser Weltausstellung hatten wir Gelegenheit, eine reichhaltige Kollektion moderner Turbinen, welche besonders von den Gebirgsländern Norwegen und der Schweiz ausgestellt waren, zu besichtigen. Wir haben heute Turbinen besonders nach den Systemen Francis, Girard und Jouval, Turbinen mit Präcisionsregulatoren, welche für Betriebe von Wichtigkeit sind, bei welchen eine wechselnde Kraft vorhanden und bei denen doch ein präciser Gang der Turbine verlangt wird. Die Präcision einer solchen Turbine nähert sich der einer Dampfmaschine mit Expansionsschiebungssteuerung und gewährt außerdem noch den Vorteil beträchtlicher Wasserersparnis. Wir haben Turbinen mit gleichen Räderhöhen und zweierlei Räderhöhen für variables Wasser, Turbinen in 20 bis 30 verschiedenen Größen von $^1/_{10}$ bis 1000 und mehr P.S., für jedes Gefälle anwendbar. Man sieht beim modernen Turbinenbau, abgesehen von solider und einfacher Konstruktion, auf geringen Platzbedarf, auf die Vermeidung von jeder Störung durch Eis, Steine, Holz u. s. w. im Wasser, auf einfache Kraftübertragung und hohen Nutzeffekt, der bis zu 70 und 80% geht. Die Höhe des Gefälles vom Ober- zum Unterwasserspiegel ist natürlich für

[1]) Lueger a. a. O. Prasil: Die Turbinen und deren Regulatoren auf der schweizerischen Landesausstellung in Genf 1896, Zürich 1897. Wilhelm Müller: Die Francis-Turbine und die Entwickelung des modernen Turbinenbaues in Europa und Amerika, Hannover 1901.

die Anlage von großem Einfluß, ebenso wie die Größe des Wasserzuflusses, dessen Variationen, die Art der Kraftverwendung u. s. w.

Die einfache Art der Wasserkraftbenützung bloß mittels Wasserrad oder Turbine hat in neuerer Zeit durch den Wettbewerb der Dampfkraft vielfach ihre Bedeutung verloren. Die Dampfkraft erschien als die technisch vollkommenere Betriebskraft. Es kam in Betracht die Veränderlichkeit der Wasserführung, die Notwendigkeit der Grunderwerbung an der Wasserkraft, die Abhängigkeit von einer Konzession, rechtliche Unsicherheit gegen Einsprüche und Widerruf, bedeutende Anlagekosten und die mangelnde Anpassungsfähigkeit an ein bestimmt bemessenes Kraftbedürfnis der Industrie. Bald treten einzelne, bald viele dieser Nachteile in Kraft. In einem Aufsatze von Ingenieur Linder[1]) wird hierüber folgendes aufgeführt:

„Einer der ungünstigsten Punkte für die Ausnützung vieler Wasserkräfte ist deren Lage. In jeder Industrie hat man mit großen Frachten von Rohmaterial und Fabrikat zu rechnen. Ist nun die Fabrik entlegen von der Station, durch schlechte und steile Wege mit derselben verbunden, so kostet der Transport per Achse Unsummen und gleicht die Ersparnisse an Betriebskosten der Kraft mehr oder weniger aus. Prosperiert ein solches Unternehmen und ist Vergrößerung desselben angezeigt oder notwendig, so gibt es hierzu gewöhnlich nur zwei Wege, die beide gewisse Nachteile haben. Will man für die Vergrößerung wieder Wasserkraft als Triebkraft verwenden, so muß man sich zur räumlichen Trennung der neuen von der alten Fabrik entschließen. Im anderen Falle muß man Dampf verwenden, und an dem ursprünglichen Vorteil der Wasserkraft zehren dann noch die gesteigerten Unkosten für den Dampfbetrieb. Dieser letztere Nachteil tritt übrigens bei allen voll ausgenützten Wasserkräften auf, die bei Niederwasser Dampfreserven benötigen, um die Kontinuität des Betriebes aufrecht zu erhalten. Baut man dagegen für Dampfbetrieb, so kann man die Anlage dicht an eine Station hinstellen und mit Hilfe eines kurzen Industriegeleises direkt vom Eisenbahnwagen aus- und in denselben einladen. Auf eine Vergrößerung für die Zukunft läßt sich leicht von vornherein Bedacht nehmen."

Als wichtigster Punkt ist hier richtig betont die oft eintretende Unzulänglichkeit der Wasserkräfte, die eben an einem bestimmten

[1]) Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1898, Nr. 155.

Orte nicht so nach Belieben vermehrt werden kann wie die Dampfkraft. Die großen Ströme allerdings liefern an den Strecken starker Gefälle eine so bedeutende Wasserkraft, daß sich auch bei kleinem Wasser deren Benutzung lohnen kann. Anders liegt die Sache bei den kleinen unkanalisierten Flüssen und Bächen, an welchen sich die Anlage von Gewerbebetrieben vielfach als verfehlt erwiesen hat. Da ist der Vorteil einer günstigen Lage für den Bezug von Rohstoffen und den Absatz von Fabrikaten oft wichtiger als die Benützung der entlegenen Wasserkraft.

Dazu kommt die Unregelmäßigkeit der Wasserkraft. Wie weit der Unterschied in der Wasserführung gehen kann, zeigt das Beispiel der Traun in Oberösterreich[1]). Dieser Fluß schrumpft manchmal auf etwa 17 cbm Wasser in der Sekunde zusammen und schwillt gelegentlich auf über 350 cbm in der Sekunde an. Daher wechselt die Kraft im Traunfall zwischen weniger als 3000 und beinahe 60 000 P.S. Mit einer solchen Wasserkraft kann die Industrie ohne weitere Regulierung noch wenig anfangen. Eine Arbeitsversorgung, die Wochen oder Monate ruht, kann nur für besonders geartete Betriebe landwirtschaftlicher oder gewerblicher Art in Betracht kommen. Sowie man aber zu Reservedampfkräften übergeht, wachsen die Anlagekosten für das Unternehmen selbstverständlich ganz bedeutend.

Es ist noch wenig untersucht worden, was ein gutes Wasserjahr für unsere Produktion und Volkswirtschaft überhaupt bedeutet. Insbesondere die Bedeutung des Wasserjahres für die Industrie verdient ebenso gewürdigt zu werden, wie der Einfluß einer Verbilligung oder Verteuerung der Steinkohlen. In Zeiten guter Konjunktur bedeutet beides weniger Produktionsverminderung als Produktionsverteuerung, indem die den Wasserkräften beigegebenen Dampfreserven in Anspruch genommen werden. Und in den Zeiten, in welchen es sich nicht um Überproduktion handelt, ist natürlich ein schlechtes Wasserjahr von größtem Nachteil für die Industrie. Für das Jahr 1901 finden wir eine interessante Berechnung[2]) des Einflusses nicht sowohl der Trockenheit als der Hochflut auf die sämtlichen Turbinen Deutschlands. Danach ist die rechnungsmäßige Wasserkraft in ganz Deutschland um 20% in diesem Jahre zurückgegangen und zwar in Süddeutschland hauptsächlich in den ersten Jahresmonaten, in den mittleren

[1]) Penck, Über Flußregulierung in Österreich, in der „Zeit" 1901, Nr. 347.

[2]) Die Wasserkraft in Deutschland im Jahre 1901. Bayerische Handelszeitung 1902, S. 146.

Gebieten im Sommer und in den nördlichen Gebieten in den letzten Jahresmonaten. Trockenheit dagegen war in diesem Jahre nur selten von Einfluß auf die industrielle Produktion.

Eine andere Schattenseite der Wasserkraftverwendung ist die Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen. Die Wasserkraft sucht nicht die Industrie auf, sondern die Industrie muß die Wasserkraft nehmen, wo sie diese findet. „Es ist nicht ohne weiteres anzunehmen," sagt Bubendey [1]), „daß sich für jede an beliebiger Stelle zur Verfügung gestellte Wasserkraft ohne weiteres lohnende Verwendung finden wird. Auch auf diesem Gebiete herrscht das Gesetz von Angebot und Nachfrage, und, wenn wir auch wohl annehmen dürfen, daß eine ohne Beschränkungen verfügbar gemachte Wasserkraft, je nachdem sie ihren Platz in einem mehr oder weniger hoch entwickelten Wirtschaftsgebiete hat, früher oder später eine lohnende Verwendung finden wird, so dürfen wir doch nicht annehmen, daß jede an beliebiger Stelle zur Verfügung gestellte, noch dazu Unterbrechungen ausgesetzte Wasserkraft unmittelbar eine solche Verwendung finden wird."

Diesen Nachteilen der Wasserkraft steht als Hauptvorteil ihre Billigkeit gegenüber und zwar wenn man nicht bloß die Kosten der Kraftquelle, sondern auch die sämtlichen Betriebskosten einschließlich der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals in Rechnung zieht. Aus dem oben citierten Aufsatze eines Ingenieurs in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung [2]) entnehmen wir über diese Kosten folgendes: „Für die Dampfkraft sind die Kosten der Kraftquelle — Kohlen — die Hauptsache, alle anderen Unkosten zusammengenommen sind in mittleren Verhältnissen nur etwa ein Fünftel der Ausgaben für Kohlen. Für die Wasserkraft entfällt dieser Posten gänzlich. Bedienung und Schmiermittel kommen billiger; auf Unterhaltung und Amortisation einer soliden Wasserkraftanlage ist verhältnismäßig wenig anzusetzen. Für Dampfanlagen muß man dagegen auf Unterhaltung und Amortisation je nach der Intensität des Betriebes 10 und mehr Prozent des Anlagekapitals pro Anno rechnen. Die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten einer Wasserkraftanlage sind ganz vom einzelnen Fall abhängig; sie können nicht generell als Prozentteile der Anlagekosten

---

[1]) Bubendey a. a. O.

[2]) Linder a. a. O.

aufgefaßt werden. Mit je geringeren Anlagekosten man nämlich bei einer Wasserkraft auszukommen trachtet, um so höher stellt sich meist die Unterhaltung. Es ist auch eine leidige Thatsache, daß im Bau von Wasserkraftanlagen — die Motoren ausgenommen — viel mehr und schwerere Fehler gemacht werden als bei Dampfanlagen. Häufige und tiefgehende Schäden am Wehr, Kalamitäten mit Eis und Treibzeug, Kieseinführung in den Ober- und Unterkanal u. a. m. sind solche Vorkommnisse, die große Kosten und empfindliche Betriebsstörungen verursachen, aber meist auf Fehler beim Bau zurückzuführen sind. Man ist dann leicht geneigt, die Folgen solcher Fehler als im allgemeinen den Wasserkräften anhaftende Nachteile hinzustellen. Als Unterhaltungskosten dürfen aber nur die einer soliden und fehlerfreien Anlage entsprechenden angesetzt werden. Die Wasserkraft auf dem Lande bringt ferner meist gegenüber der Dampfkraft in der Stadt den Vorteil der billigeren Arbeitslöhne; diese gleichen mindestens wieder aus, was der ländliche Fabrikarbeiter gegenüber dem städtischen etwa weniger leisten sollte. In den Industriecentren sind Lohnbewegungen häufiger und nehmen leichter unangenehme Formen und Dimensionen an als auf dem Lande. In Bezug auf Steuern kommen Fabriken auf dem Lande oft nicht unerheblich besser weg als solche in der Stadt. Sieht man von all den Unterschieden ab, die sich aus der Lage der Kraft ergeben, und betrachtet lediglich die Betriebskosten derselben, so ist klar, daß die Wasserkraft sehr wohl in der Anlage ein paarmal mehr kosten kann als die Dampfkraft und trotzdem weitaus rationeller sein kann. Unter sonst gleichen Umständen sind Dampf- und Wasserkraft offenbar dann gleich rationell, wenn die Summe der Betriebskosten bei beiden gleich groß ist. Man kann deshalb in manchen Fällen den Kapitalwert einer Wasserkraft aus den Betriebskosten einer gleich großen Dampfanlage ableiten, natürlich unter Berücksichtigung der auch bei einer Wasserkraft außer den Kapitalzinsen anfallenden fortlaufenden Ausgaben".

Wenn wir hier einem Ingenieur das Wort gelassen haben zu längeren Ausführungen über die Kosten der Wasserkraft im allgemeinen, so war es uns darum zu thun, an dieser Stelle lediglich die ökonomisch-technische Bedeutung der Wasserkraft an sich anderen Betriebskräften, besonders der Dampfkraft gegenüber, in allgemeinen Umrissen zu beleuchten. Wir wissen aber wohl, daß sich damit die Wasserkraft in ökonomisch-technischer Beziehung nicht festlegen läßt, weil sie durch

Verbindung mit elektrischer Betriebskraft in wesentlich günstigerem Lichte und in gewissem Grade von den bisher erwähnten Nachteilen befreit erscheint. Wir werden deshalb nach der Darstellung der elektrischen Betriebskraft nochmals auf die Wasserkraft und zwar dann auf die in Verbindung mit elektrischer Betriebskraft gebrachte Wasserkraft zurückkommen und diese für die Gegenwart wichtigste Form der Wasserkraftverwertung unter Individualisierung der einzelnen Arten von Wasserkräften zur Darstellung bringen.

An dieser Stelle erübrigt es uns nur noch über den Geldwert der Wasserkräfte im allgemeinen einige Bemerkungen zu machen, die aber auch durch die spätere Darstellung der elektrotechnischen Wasserkraftverwertung ihre Ergänzung finden wird. Nach dem oben citierten Fachmann [1]) kann man als annähernde Wertschätzung einer Wasserkraft folgende Zahlen angeben. In der Stadt (in günstiger Lage) 1200 Mk. für die P.S. und mehr; auf dem Lande je nach Lage ꝛc. 800 Mk. und weniger. Diese Zahlen geben natürlich nur ein ganz oberflächliches Bild der wirklichen Werte. Für einen bestimmten Unternehmer zu einem bestimmten Zweck und an bestimmten Ort können Wasserkräfte ganz andere und wesentlich höhere Werte repräsentieren, vielfach auch wesentlich niedrigere. Insoferne der Wert der Wasserkraft von den Kosten abhängig ist, welche, wie wir oben schon im allgemeinen ausgeführt haben, je nach den Verhältnissen variabel sind, lassen sich aber immerhin einige allgemeine Gesichtspunkte aufstellen. „Eine große Rolle [2]) spielt die jährliche Betriebsdauer. Während die Dampfkraftkosten nahezu proportional mit der Betriebsdauer wachsen, ändern sich die Betriebskosten der Wasserkraft nur ganz unwesentlich mit jener. Im Vergleich zu der Dampfkraft hat also die Wasserkraft einen um so höheren Wert, je intensiver dieselbe benutzt wird". Unser technischer Gewährsmann beleuchtet diesen Satz durch folgendes Beispiel: 100 Pferdedampfkräfte an 300 Tagen à 10 Stunden sollen jährlich alles in allem 13000 Mk. kosten, 100 Pferdedampfkräfte an 360 Tagen à 24 Stunden jährlich 34000 Mk. Der Ersatz durch gute Wasserkraft wäre demnach im ersten Fall unter Annahme entsprechender Unterhaltungs- und Bedienungskosten für dieselbe wert 150000 Mk., im zweiten Fall aber, bei kontinuierlichem Betrieb und dementsprechend

[1]) Linder a. a. O.
[2]) Linder a. a. O.

höheren Unkosten ungefähr das Doppelte: 300 000 Mk., d. h. dieselbe Wasserkraft ändert den Wert entsprechend der Intensität der Ausnützung. Diese Zahlen zeigen die große Bedeutung der Wasserkraft, wenn die Verhältnisse derselben einen kontinuierlichen beziehungsweise intensiven Betrieb gestatten, also bei Holzschleifen, Mühlen oder chemischen Werken. Außerdem ergibt sich aus der Vergleichung mit Dampf ein um so höherer Wert für die Wasserkraft pro Pferdestärke, je kleiner die Kraft ist, intensive Benützung derselben natürlich vorausgesetzt. Wir folgen in diesen Deduktionen abermals dem citierten Gewährsmann. Ist eine 100pferdige Wasserkraft pro Pferd 1000 Mk. wert, so ergibt sich unter denselben Verhältnissen für eine Wasserkraft von einem Pferd ein Wert von 5000 Mk. Für rohe, nicht ausgebaute Wasserkräfte und für solche ohne günstige Gelegenheit zur Nutzbarmachung ist das Verhältnis umgekehrt. Kleine und mittelgroße Kräfte bis zu ein paar Hundert Pferden sind hier weniger begehrt und weniger wert als große. Selbstverständlich ist die Wertbestimmung ausgebauter Wasserkräfte nach den Betriebskosten für Dampf nicht ohne weiteres zulässig oder das Resultat ist den Verhältnissen entsprechend zu modifizieren. Insbesondere ist zu erwägen, ob die betreffende Industrie mit Dampfbetrieb überhaupt lebensfähig wäre und welche Nachteile aus der Lage der Kraft und damit der Fabrik für dieselbe erwachsen. Es wird beispielsweise niemand einfallen, den Wert der 100pferdigen Wasserkraft, die in 360 Tagen à 24 Stunden eine entlegene Holzschleife treibt, mit 300000 Mk. zu bemessen, wenn die Kraft auch noch so solid gebaut und beständig ist. Ja, die Kraft kann unter Umständen überhaupt nichts wert sein, sobald nämlich weder die Holzschleife, noch eine andere Industrie damit lohnend betrieben werden kann.

Die Verwertung der Wasserkraft bietet also bei klarer ökonomischer Würdigung schwankende und unsichere Verhältnisse. Der Wert einer Pferdekraft kann hier ein hoher, dort aber gleich Null sein. Man hat allen Grund den Wertberechnungen von Wasserkräften, die man jetzt fast täglich zu lesen bekommt kritisch gegenüberzutreten. Je mehr sich aber die Ungleichmäßigkeit, örtliche Abhängigkeit und Unzulänglichkeit der Wasserkraftverwertung, Nachteile, die sie mit anderen lediglich auf unmittelbarer Naturkraft begründeten technischen Betriebskräften teilt, durch Verbindung mit einer technisch regulierten maschinellen Kraft, der Elektrizität verlieren, je mehr man ferner verschiedene typische Gruppen

in der großen Masse der natürlichen Wasserkräfte zu unterscheiden sich bestrebt, um so mehr wird die ökonomische Würdigung der Wasserkraft ein bestimmteres und vielfach auch besseres Resultat ergeben. Wir werden deshalb nach der Darstellung der Betriebskräfte mit mittelbarer Naturkraft, welchen wir uns jetzt zuwenden, nochmals eingehend auf die in der Gegenwart so wichtige Verwertung der Wasserkraft zurückkommen.

3. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte mit mittelbarer Naturkraft.

Während die Betriebskräfte mit unmittelbar wirkender Naturkraft in ihrer Zahl durch die uns zugänglichen physikalischen Kräfte beschränkt, und überhaupt nur gering an Zahl sind, ist die mittelbare Verwertung der Naturkräfte etwas reichhaltiger und mannigfaltiger [1]), dafür aber auch der Anteil des menschlichen Erfindungsgeistes ein wesentlich größerer. Erst in der Spannung des Wasserdampfes wurde der menschlichen Arbeit eine an sich bis zu den größten Leistungen steigerbare, nicht wie das Wassergefälle an bestimmte Lokalitäten gebundene und nicht von der Jahreszeit abhängige Kraft zur Verfügung gestellt. „Die Versuche des Altertums", schreibt Lexis [2]), „zur direkten Benutzung der Kraft des ausströmenden Dampfes blieben unfruchtbar; das richtige Prinzip der Bewegung eines Kolbens in einem Cylinder kam erst seit dem

---

[1]) Als zusammenfassende litterarische Hilfsmittel über diese Gruppe von Betriebskräften kommen in Betracht: Chr. Eberle, Kosten der Krafterzeugung. Tabellen über die Kosten der effektiven Pferdekraftstunde für Leistungen von 4—1000 P.S. bei Verwendung von Dampf, Gas, Kraftgas oder Petroleum als Betriebskraft, Halle a/S. 1898. Körting, Der Nutzen der Verbrennungskraftmaschinen 1900. Ferd. Fischer, Die chem. Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1901. Marr, Kosten der Betriebskräfte, München und Berlin 1901, mit Einzelberechnungen und Tabellen. J. Krämer, Wirkungsgrade und Kosten elektrischer und mechanischer Kraft-Transmissionen, Leipzig, 1895. E. Brauer und A. Slaby, Versuche über Leistung und Brennmaterialienverbrauch von Kleinmotoren, Berlin 1879. Vgl. auch zu den folgenden Ausführungen die mit Benützung der vorstehenden Litteratur ausgearbeiteten und am Schlusse beigefügten tabellarischen Übersichten.

[2]) Lexis a. a. O.

Ende des 17. Jahrhunderts zur Anwendung und erst Watt brachte die Dampfmaschine zu stande, die die Grundlage für die späteren verbesserten Konstruktionen geliefert hat."

Man darf jedoch dabei nicht an die populäre Vorstellung von der Erfindung der Dampfkraft durch die Beobachtungen Watts an seinem Theekessel denken. Ebensowenig sollte man alle Vorläufer Watts in der Erfindung der Dampfmaschinen mit diesem in einem Atem nennen. „Welch ein Unterschied," heißt es in einem neueren Werke zur Geschichte der Technik [1]) „zwischen derartigen phantasievollen Vorahnungen und der harten Lebensarbeit des endlich mit Erfolg gekrönten Erfinders besteht, steht bei derartigen Prioritätsnachforschungen, bei dieser Jagd nach dem „ersten" Erfinder gewöhnlich nicht vermerkt." Wie andere große Erfindungen, so hat auch die der Dampfmaschine eine Reihe von Entwickelungsstufen durchgemacht, wonach es der oberflächlichen Betrachtung schwer erscheint, den eigentlichen Zeitpunkt des Eintritts in die Praxis festzustellen. Wenn man als Dampfmaschine jeden Apparat bezeichnen will, der durch die Expansionskraft des Dampfes in Bewegung gesetzt wird, so muß die Erfindung um wenigstens 100 Jahre vor die christliche Zeit zurückdatiert werden [2]); ist man damit zufrieden, ein flüchtiges, nie zur That gewordenes und schwerlich zur praktischen Ausführung geeignetes Projekt als Erfindung gelten zu lassen, so stammt die Dampfmaschine spätestens aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Wird aber verlangt, einen maschinellen und wirkliche Nutzarbeit leistenden Apparat hervorgebracht zu haben, so ist außer Zweifel, daß der Ruhm, Erfinder der Dampfmaschine zu sein, einem englischen Kapitän und Bergbeamten namens Thomas Savery gebührt, welcher im Jahre 1698 ein Patent für seine — zunächst nur zum Wasserheben geeignete und auch hierzu bestimmte — Vorrichtung erhielt. Dann verband sich Savery mit einem Eisenhändler Thomas Newcomen und einem Glaser namens Cawley (beide zu Darthmont in Devonshire), welche eine wesentlich andere Art von Dampfmaschine entworfen hatten, und alle drei in Gemein-

---

[1]) Matschoß, Geschichte der Dampfmaschine, Berlin 1901; vgl. auch Reuleaux, Geschichte der Dampfmaschine, Braunschweig 1891; Thurston, Die Dampfmaschine, Geschichte ihrer Entwickelung, bearbeitet und mit Ergänzungen versehen von Uhland, Leipzig 1880; Karmarsch a. a. O.

[2]) Karmarsch a. a. O.; auch die folgenden Daten sind dieser Quelle entnommen.

schaft nahmen 1705 ein Patent, das von 1711 an in das alleinige Eigentum Newcomens überging. Diese Maschine war — da der Dampf bloß von einer Seite auf den Kolben drückte — eine einfach wirkende. Den Eintritt in die eigentliche Epoche des Dampfes bezeichnet Watt, der Begründer des neueren Dampfmaschinenwesens [1]). Seine erste, 1768 erbaute Maschine war auch noch einfach wirkend, unterschied sich aber dadurch, daß in den Cylinder der Dampf oberhalb des Kolbens eingeleitet wurde. Gerade durch Watt aber wurde die Dampfmaschine so vervollkommnet, daß sie zu den verschiedensten Zwecken brauchbar wurde. Durch zahlreiche und wichtige Neuerungen wurde nicht nur der Brennmaterialienbedarf der Dampfmaschinen außerordentlich vermindert, sondern auch die Möglichkeit herbeigeführt, dieselben zum Betriebe von Fabrikmaschinen aller Art anzuwenden, wie denn die Werkstätte von Boulton und Watt zu Loho schon in den Jahren 1782 bis 1792 die ersten Dampfmaschinen für Baumwollspinnereien, Bierbrauereien, Mahlmühlen, Walzwerke ꝛc. lieferte. Von nun an verbreiteten sich die Dampfmaschinen mit ungemeiner Schnelligkeit, besonders zunächst auf den britischen Inseln, weniger rasch und zum Teil viel später auf dem europäischen Kontinente. Im Laufe der Zeit ist eine große Anzahl von Veränderungen gemacht worden. In den Wattschen Maschinen arbeitete der Dampf mit geringer Spannung, welche einer wenig über den natürlichen Siedepunkt gesteigerten Temperatur des Kesselwassers entspricht. Sie sind Niederdruckmaschinen. Da aber eine stärkere Erhitzung des Wassers und die dadurch erhöhte Dampfspannung gewisse Vorteile gewähren, so dauerte es nicht lange, bis man die Dampfmaschine mit stark gespanntem Dampfe betrieb, sie zur Hochdruckmaschine machte. Neuerdings betreibt man vielfach die Maschinen mit überhitztem Dampf, d. h. solchem, der auch auf seinem Wege vom Kessel zum Cylinder noch besonders erhitzt wird.

An dieser Stelle ist noch zu erwähnen die Dampfturbine [2]). Wie ihr Name sagt, ist sie eine Turbine, in welcher die Energie des unter Druck ausströmenden Dampfes in gleicher Weise nutzbar gemacht wird, wie in den Wasserturbinen diejenige des strömenden Wassers. Um die Entwickelung dieser Maschinen haben sich namentlich Laval und Parson verdient gemacht. Die Vorteile dieser Maschinen-

[1]) Wir folgen für die folgenden Daten über Watt Karmarsch a. a. O.
[2]) Vgl. Lueger, Lex. der ges. Technik, Bd. 3, Artikel „Dampfturbinen".

art sind billige und einfache Aufstellung, niedriger Preis [1]), geringer Raumbedarf und ruhiger gleichmäßiger Gang, weil alle hin- und hergehenden Massenteile vermieden sind. Dem stehen aber gegenüber hoher Dampfverbrauch, komplizierte Konstruktionen und enorme Tourenzahl [2]). Diese Nachteile stehen bis jetzt noch einer weiteren Ausbreitung der Dampfturbinen im Wege; am meisten Anwendung haben sie noch gefunden zum Antrieb rasch laufender Dynamomaschinen, wozu sie wegen ihrer hohen Umdrehungszahlen am ersten geeignet erscheinen.

Es ist ein gewaltiger Schritt von den vorhin erwähnten Anfängen der Dampfmaschine bis zu dem heutigen Stande ihrer Technik. Wir können hier nicht auf technische Einzelheiten eingehen, auf die liegenden und stehenden Dampfmaschinen, auf die normalen und die zu Dynamos bestimmten, auf solche mit Schiebersteuerung und mit Ventilsteuerung, auf Eincylinder-, Zwillings-, Compound-, Tandem- und Dreifach-Expansionsmaschinen u. s. w. Das erfordert einen Anschauungsunterricht, wie man ihn zu genießen Gelegenheit hatte in dem Maschinengebäude der letzten Pariser Weltausstellung, insbesondere in der Westhalle, wo Deutschland mit England und Belgien zusammen die neuesten und besten Dampfmaschinen ausstellte. Vier deutsche Dampfmaschinen mit einer Durchschnittsleistung von 2000 P.S. von Borsig-Berlin und der Maschinenfabrik Nürnberg-Augsburg stellten da wohl den Höhepunkt der modernen Dampfmaschinentechnik dar. Im übrigen zeigte jedes Land seine Besonderheiten; man konnte, wie Kammerer [3]) treffend ausführt, bemerken, daß der Einfluß Englands, der im Anfang der Entwickelung so bedeutend war, ganz aufgehört hat, während der schweizerische Einfluß viel nachhaltiger ist, wie England in der Befriedigung seines eigenen Bedarfes und des Verbrauchs seiner Kolonien Genüge findet, während Deutschland für den Export arbeitet und die Schweiz, der es an Eisen und Kohlen fehlt, durch

---

[1]) Lueger a. a. O. gibt an als Preise der von der Maschinenbauanstalt Humbold in Kalk bei Köln gebauten Dampfturbinen nach Lavals System

P.S.	5	15	30	50	100
Mk.	1200	2000	3000	5000	8000.

[2]) Lueger a. a. O. gibt folgende Tourenzahlen an:

P.S.	5	10—15	20—30	50	100
Touren pro Sek.	500	400	333	250	283

[3]) Kammerer, Die Maschinentechnik in der Ausstellung, in dem Sammelwerke, Die Pariser Weltausstellung in Wort und Bild, Berlin 1900.

Qualitätsleistung zu ersetzen sucht, was ihr an natürlichen Vorzügen abgeht.

Die Dampfmaschine paßt sich also jetzt den Verhältnissen der einzelnen Länder an. Wo die Kohle billig ist, wie in England, wird auf geringere Anlagekosten und erst in zweiter Linie auf die Kosten des Kohlenbedarfs gesehen und für den Export nach den Kolonien wird auf geringes Gewicht wegen der hohen Fracht Wert gelegt. Auch die österreichische Industrie versteht es, in ihrem Dampfmaschinenbau sich den verschiedenartigsten Verhältnissen anzupassen. Amerika dagegen steht hier noch immer auf dem Boden der Massenfabrikation. Seine Stärke ist die Werkzeugmaschine und die Lokomotive.

Mit dem Hinblick auf die hohe technische Entwickelungsstufe und die maschinelle Vollkommenheit der Dampfmaschine in der Gegenwart kann sich aber die ökonomische Würdigung derselben nicht begnügen. Technische und ökonomische Vollkommenheit gehen oft Hand in Hand, sind aber auch sehr oft ganz verschiedene Dinge. Zur ökonomischen Würdigung der Dampfkraft verweisen wir vor allem auf die vergleichende Tabelle der Betriebskräfte, die wir besonders auf Grund der Werke von Eberle[1]) und von Körting[2]), sowie eigener Information bei Maschinenfabriken am Schlusse zusammengestellt haben. In dieser Tabelle kommt freilich die Dampfkraft dadurch nicht voll zur Geltung, als sie ihre volle Bedeutung vielfach im Gegensatz zu den anderen in Vergleich gesetzten Motoren erst bei großen Dimensionen erreicht. Für die Pferdekraftstunde ist in dieser Tabelle, welche Maschinen von 15—100 P.S. in Betracht zieht, bei der Dampfmaschine ein Preis von 6,5—13,3 Pfg. eingesetzt. Bei großen Dampfmaschinen aber geht dieser Preis noch von 6—3 Pfg. herunter. Weitere Einzelheiten lassen wir hauptsächlich nach den Berechnungen Marrs[3]) hier folgen.

Die Dampfmaschine wird als Betriebskraft um so vorteilhafter, je billiger und besser die großen für ihren Verbrauch notwendigen Kohlenmengen zu erhalten sind, je weniger Dampf zur Erzeugung einer Pferdekraft notwendig ist, je besser der Nebenverbrauch an Dampf geregelt ist und je geringer die Kosten für das Maschinistenpersonal

[1]) Kosten der Krafterzeugung, Halle 1898.
[2]) Der Nutzen der Verbrennungskraftmaschinen, 1900.
[3]) Marr a. a. O.

sind. Die wichtigsten Kosten sind die Dampfkosten, d. h. die Kosten für das Brennmaterial. Wenn auch in einzelnen Gegenden Deutschlands außer Kohle auch Holz, Torf, Lohe, Teer, Petroleum u. s. w. zur Verwendung kommt, so ist doch der Verbrauch von Kohlen bei uns ausschlaggebend. Diese aber stellen sich in ihrem Preise je nach den Transportkosten vom Fundorte zum Verbrauchsorte verschieden und sind außerdem wegen des ungleichen Gehaltes an Wärmeeinheiten von sehr verschiedenartiger ökonomischer Bedeutung.

In Würdigung dieses ökonomisch sehr wichtigen Punktes verweisen wir zunächst auf die am Schlusse angefügte Tabelle über die ökonomische Ausnützung der Brennstoffe. Es ist dort aber nur eine Art von Steinkohle zu Grunde gelegt, weshalb wir an dieser Stelle noch einige Einzelheiten bezüglich des Nutzeffektes der einzelnen Arten von Kohlen nachtragen. „Um hierin zu etwas Einheitlichem zu gelangen" berechnet Marr[1]) wieviel Kilo von jedem Brennstoff notwendig sind, um 100 Kilo Dampf zu erzeugen, oder, was dasselbe sagt, um 100 kg Wasser zu verdampfen. Da uns bekannt ist, daß zur Verwandlung von 1 kg Wasser von 0° in Dampf von 100° C. rund 640 Kalorien[2]) nötig sind, so brauchen wir nur zu wissen, wie viele solcher Kalorien 1 kg des Brennstoffes bei vollkommener Verbrennung entwickelt, um daraus auf seine Verdampfkraft schließen zu können. Es dürfen nach Marr[3]) als brauchbare Mittelwerte die nachstehenden gelten:

Brennstoff	1 kg entwickelt theoretisch Kalorien
Westfälische Steinkohle	ca. 7500
Sächsische Steinkohle	„ 6000
Oberschlesische Steinkohle	„ 6750
Englische Steinkohle	„ 6800
Koks	„ 6600
Böhmische Braunkohle	„ 4500
Mitteldeutsche Braunkohle	2200—4500
Bornaer, Markranstädter, Meuselwitzer, Zwenkauer Braunkohle	ca. 2300
Braunkohlenbriketts	„ 4500
Torf	2700—4300

[1]) Marr a. a. O.

[2]) Eine Kalorie oder Wärmeeinheit ist diejenige Wärmemenge, die zur Erhöhung der Temperatur von 1 kg Wasser von 0° auf 1° C. nötig ist.

[3]) Marr a. a. O. Ausführliche Tabellen über Heizwert verschiedener Brennstoffe finden sich auch in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1898, S. 782; Jahrgang 1899, S. 333.

Brennstoff	1 kg entwickelt theoretisch Kalorien
Holz, mit 20 % Wasser	ca. 2700
Naphtharückstände	„ 10000
Leuchtgas, pro cbm	„ 5000 [1]
Wassergas „ „	„ 2700
Dowsongas, aus Koks	1200—1250
„ aus Anthracit	1300—1350

Für die Praxis kann man, wie Marr[2]) weiter ausführt, annehmen, daß zum Verdampfen von 1 kg Wasser ca. 1000 W.E. aufgewandt werden müssen, anstatt der theoretisch benötigten 640—650, entsprechend einem Nutzeffekt der Kesselanlage von ca. 65 %. Kennt man nun den Kohlenpreis, so ist es sehr einfach, die Dampfkosten zu bestimmen. Derselbe variiert aber sehr; er ist im Winter ein anderer als im Sommer und macht bei Arbeitseinstellungen oder anderen Störungen unberechenbare Sprünge. Als mittlere Preise ließen sich nach Marr[3]) Anfang 1900 z. B. folgende Sätze für Leipzig pro 1000 kg betrachten:

Kohlensorte	Preis ab Zeche	Fracht	Anfuhr	Ascheabfuhr
Zwickauer, resp. Ölsnitzer	Mk. 150.—	35.—	10.—	—.—
Böhmische mittl. Braunkohle	„ 35.—	70.—	10.—	3.—
Meuselwitzer, geringwertige	„ 30.—	20.—	10.—	5.—
Brikettstücke	„ 80.—	18.—	10.—	5.—

insgesamt:

	Bei eigenem Anschlußgeleise	einschließlich Abfuhr vom Bahnhof
Zwickauer	ca. Mk. 185.—	ca. Mk. 195.—
Böhmische	„ „ 108.—	„ „ 118.—
Meuselwitzer	„ „ 55.—	„ „ 65.—
Brikettstücke	„ „ 103.—	„ „ 113.—

[1]) In technischen Schriften wird meist der Energieeffekt des Gases einfach gegenübergestellt den Nutzeffekten der mit Kohlen, Petroleum u. s. w. arbeitenden Maschinen. Von unserem ökonomischen Standpunkte aus müssen wir hierzu immer in Erinnerung bringen, daß das Gas selbst wieder ein Produkt aus Kohle ist, und daß für den ökonomischen Nutzeffekt des Gases die Ausnutzung der Kohle, also der ganze Erzeugungsprozeß des Gases zu berücksichtigen ist.

[2]) Marr a. a. O.

[3]) Marr a. a. O. Für weitergehende Untersuchungen wären die reichsstatistischen Veröffentlichungen über die Kohlenpreise in Deutschland zu Rate zu ziehen.

Hiernach kosten 1000 kg Dampf bei Verfeuerung von

Zwickauer Steinkohle	$\frac{18{,}50}{6}$	= Mk. 3,08	oder $\frac{19{,}50}{6}$	= Mk. 3,25
Böhmische Braunkohle	$\frac{10{,}80}{4{,}5}$	= Mk. 2,40	oder $\frac{11{,}80}{4{,}5}$	= Mk. 2,62
Meuselwitzer Braunk.	$\frac{5{,}50}{2{,}3}$	= Mk. 2,39	oder $\frac{6{,}50}{2{,}3}$	= Mk. 2,83
Brikettstücken	$\frac{10{,}30}{4{,}5}$	= Mk. 2,30	oder $\frac{11{,}30}{4{,}5}$	= Mk. 2,51

Somit ergäbe sich nach diesen Berechnungen Marrs für Leipzig als mittlerer Preis ca. Mk. 2,50 pro 1000 kg. In gleicher Weise lassen sich für andere Städte Mittelwerte berechnen. Auf Grund von Schätzungen ergeben sich solche für Düsseldorf und Hamburg mit Mk. 2,50, München mit Mk. 3.—, Dortmund mit Mk. 2. — u. s. w.

Wir hätten demnach als ökonomisches Ergebnis der Berechnungen von Technikern festzuhalten, daß der Preis der Dampferzeugung sich in Deutschland innerhalb der Grenzen von 2 bis 3 Mk. pro 1000 kg Dampf bewegt. Mit Recht hebt Marr[1]) hervor, daß „auf die Feststellung dieser Zahlen viel zu wenig Gewicht gelegt wird, indem sowohl Kohlenkäufer als -Verkäufer sich in den wenigsten Fällen über den wirklichen Heizwert des Brennstoffes klar sind und es dem Käufer anheimgegeben bleibt, aus dem Brennmaterial herauszuholen, was er vermag. So gut aber, wie andere Stoffe nach Stückproben gehandelt werden, ebenso gut sollte dies bei Kohlen durchführbar sein, so daß ein Verkauf nur auf Grund des Heizwertes stattfände, und nicht nur der billige Preis eines Brennstoffes den Ausschlag gäbe."

Aber nicht nur die Dampfpreise sind maßgebend für die Kosten der Betriebskraft des Dampfes, sondern auch der Verbrauch der einzelnen Maschinen je nach ihrer Größe und Konstruktion. Jede Maschine[2]) läßt sich für 4, 6, 8, 10 Atmosphären Spannung, mit verschiedenen Kolbengeschwindigkeiten und Füllungsgraden, mit und ohne Kondensation u. s. w. bauen und benötigt dementsprechend auch Dampf

---

[1]) Marr a. a. O.

[2]) Marr a. a. O. Hier finden sich genaue Berechnungen der Verbrauchsziffern pro Nettopferdekraft und Stunde bei gewöhnlichen Auspuffmaschinen, bei eincylindrigen Kondensationsmaschinen, bei Compound-Kondensationsmaschinen in Stärken bis zu 100 effektiven P.S. Die Berechnungen sind ferner durchgeführt für Kohlenpreise von 2, 2,50 und 3 Mk. — für Betriebe bei 300, 360 Arbeitstagen im Jahr u. s. w.

in größerer oder geringerer Menge. Auf diese Einzelheiten können wir hier nicht eingehen und wollen nur noch erwähnen, daß der Verminderung des Dampfverbrauches auch das System des Heißdampfes dienen soll, wobei sich der Dampfverbrauch meistens um 25 bis 30 % verringert, jedoch die Ausnützung des Brennstoffes oft noch mangelhaft ist.

Die letztere ist überhaupt die schwache Seite der Dampfkraft, weil aus technischen Gründen das Brennmaterial überhaupt sehr schlecht ausgenützt wird[1]). Bei kleineren Dampfmaschinen kommen sogar Wärmeverluste bis zu 95 % vor. In dieser Beziehung sind z. B. Petroleummotoren der Dampfmaschine weit überlegen. Ist sonach der Dampf im Hinblick auf die geradezu verschwenderische Verwertung des Brennmaterials im Grunde genommen eine kostspielige und insofern irrationelle Betriebskraft, so wird dem Nebenverbrauch an Dampf bei der Dampfmaschine besondere Beachtung zu schenken sein. Vorteilhaft für den ökonomischen Effekt der Dampfbetriebskraft ist es immer, wenn der Abdampf zu Heizungszwecken benutzt werden kann. Ferner ist von Wichtigkeit die Intensität und Kontinuität des wirklichen Betriebes der Dampfmaschine, da zum Anheizen, Wiedererwärmen und während des Stillstandes der Maschine ein Verbrauch von Dampf stattfindet. Schließlich wächst mit der Größe der Dampfmaschine das Bedürfnis nach Bedienung und zwar qualitativ und quantitativ[2]). Die Notwendigkeit einer Kesselanlage, die Gefährlichkeit derselben und die Unmöglichkeit, den Betrieb nach Belieben aussetzen zu können, sind weitere wesentliche ökonomische Nachteile des Dampfes als Betriebskraft gegenüber anderen Motoren.

Das Problem, mit geringerer Wärme- bezw. Brennmaterialienmenge einen höheren Krafteffekt als bei der Dampfmaschine zu erzeugen, hat man mit der Heißluftmaschine zu lösen gesucht. Karmarsch[3]) berichtet hierüber folgendes: „Mit dem Namen der kalorischen Maschine, Heißluftmaschine oder Luftexpansionsmaschine, hat man mechanische Vorrichtungen bezeichnet, welche mehr oder weniger nach Art der Dampf-

[1]) Näheres bei Lynen, Die Wärmeausnützung bei der Dampfmaschine. Berlin 1901.

[2]) Marr a. a. O.: „Für eine 100pferdige Anlage ist schon ein guter Maschinist und ein guter Heizer mit zusammen Mk. 7,50 bis 8 Tagelohn = ca. 2300 Mk. pro anno vorzusehen."

[3]) Karmarsch a. a. O.

maschinen gebaut, statt durch Dampf durch heiße Luft betrieben werden wobei diese vermöge des Unterschiedes ihres Volumens im erhitzten und abgekühlten Zustande thätig wird. Theoretisch läßt sich allerdings nachweisen, daß auf diesem Wege mit gleicher Wärme-, also Brennmaterialienmenge, ein größerer Effekt hervorgehen müsse, als durch Wasserverdampfung; allein bisher sind keineswegs die Schwierigkeiten überwunden worden, welche das notwendige schnelle Erhitzen der Luft und mehr noch mancher praktische Umstand in den Weg legt. Mit einer kalorischen Maschine trat der Schwede Ericson zuerst 1833 während seines Aufenthaltes in London auf, indem er eine Maschine, angeblich von 5 P.S., baute und in Gang brachte. Ericson wendete sich dann, auf Maschinen von beträchtlicher Kraftäußerung Verzicht leistend, der Konstruktion kalorischer Maschinen von wenigen Pferdekräften zu. Der unermüdliche Erfinder trat 1860 wieder mit einer neuen Modifikation auf, die er Hochdruckluftmaschine nannte. Diesen vielseitigen und achtungswürdigen Bemühungen zum Trotz scheint die kalorische Maschine zur Zeit aufgegeben zu sein; wenigstens hat sie sich keine Stelle in der Praxis des Maschinenwesens erringen können." Seit Karmarsch dies geschrieben, ist das Problem der Heißluftmaschine öfters wieder aufgenommen worden, und es ist manche Verbesserung gegenüber der Ericsonschen Maschine gemacht worden. Es dürfte deshalb am Platze sein, wenigstens das Wesen der neueren Heißluftmaschinen kurz mitzuteilen. Heißluftmaschinen[1]) (kalorische Maschinen, Luftexpansionsmaschinen, Heißluft- oder Luftmotoren) dienen dazu, die Spannung erwärmter Luft arbeitsverrichtend nutzbar zu machen. Dadurch, daß gespannte Luft in einen Cylinder tritt und sich ausdehnt, treibt sie einen Kolben arbeitsverrichtend vor sich her. Man unterscheidet geschlossene, offene und Feuerluftmaschinen. Bei geschlossenen Heißluftmaschinen kommt immer wieder dasselbe Luftquantum zur Verwendung. Im Verlaufe eines Arbeitsvorganges wird es zunächst erhitzt, dehnt sich dabei aus und schiebt dadurch den Kolben vor sich her. Während der Kolben wieder zurückgeht, wird es mittels Kühlwasser abgekühlt und der Vorgang beginnt dann von neuem. Bei offenen Heißluftmaschinen wird zum Treiben des Kolbens immer ein

[1]) Vgl. Lueger, Lexikon der gesamten Technik, Bd. V, S. 123, Artikel Heißluftmaschinen. Daselbst auch Nachweise der Litteratur von Slaby, Schrödter u. s. w.

neues Quantum erhitzter Luft eingeführt, welches nach verrichteter Arbeit nach außen entweicht. Die Feuerluftmaschinen unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, daß an Stelle der erhitzten Luft direkt die heißen Verbrennungsgase treten.

Diese Heißluftmaschinen haben aber den Nachteil gegenüber anderen Motoren, daß sie nicht jeder Zeit einfach in Betrieb oder in Stillstand gesetzt werden können. Von der Heißluftmaschine unterscheidet sich die Betriebskraft mittels Druckluft dadurch, daß dort die Luft an Stelle des Wasserdampfes tritt, während hier die Luft nur zur Weiterleitung der Kraft dient. Die Heißluft- und die Druckluftmaschinen stimmen darin überein, daß in beiden komprimierte Luft dazu verwendet wird, einen Kolben oder ein anderes geeignetes Organ in Bewegung zu setzen. Von diesem aus wird die so erzeugte Arbeit durch Transmission an die Gebrauchsstelle geleitet. Der Unterschied zwischen beiden liegt in der Methode, nach welcher die verwendete Luft komprimiert wird. Bei der Heißluftmaschine geschieht dies dadurch, daß man die in einem geschlossenen Behälter befindliche Luft erwärmt. Wärme dehnt bekanntlich die Körper aus und so übt die Luft auf die Wandungen ihres Behälters einen Druck aus, den Druck, der in der Heißluftmaschine den Kolben in Bewegung setzt. Bei der Druckluftmaschine[1]), dagegen wird die Spannung der Luft dadurch erzeugt, daß man dieselbe auf mechanischem Wege — mittels irgend eines Kompressors — zusammendrückt. Wir finden also meist außerhalb der Stadt eine große Luftpumpstation, in welcher die Luft auf etwa 6 bis 7 Atmosphären komprimiert und in Röhren durch die Stadt geleitet wird. Der wesentliche Unterschied beruht darauf, daß bei den Heißluftmaschinen die erhitzte Luft direkt zur Arbeitsentnahme verwendet wird, während bei der Druckluftmaschine die Arbeitsentnahme aus einem

[1]) Eine Druckluftcentralanlage befindet sich in Paris. Dieselbe ist in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Jahrg. 1891, S. 188 beschrieben. Vgl. ferner Dietrich, Ferntriebe, im besonderen Druckluftriebe, München 1891. Die Verwendung der Druckluft beschränkte sich bis in die neueste Zeit auf Kleinmotoren, Aufzüge und auf die Rohrpostanlagen. Durch praktische Erfahrungen bei diesen kleineren Verwendungen sind nun die anfangs unwirtschaftlich arbeitenden Maschinen verbessert und leistungsfähiger geworden. Sehr günstige Versuchsergebnisse mit solchen Druckluftmaschinen haben jetzt die größte Pariser Verkehrsgesellschaft veranlaßt, den Betrieb durch Druckluft in größerem Maßstabe einzuführen. Auch in Wien und Birmingham sind solche Druckluftanlagen errichtet worden.

übertragenden Medium, der komprimierten Luft, erfolgt. In wirtschaftlicher Hinsicht ist zu bemerken, daß die Druckluftmaschinen sich zur Verwendung bei Centralanlagen eignen, weil die Fortleitung der kühlen gepreßten Luft auf größere Entfernungen ohne große Verluste ermöglicht werden kann. Bei Heißluftmaschinen hingegen treten bei Fortleitung sofort Wärmeverluste ein, und damit hört die Wirkung der Maschine auf. Auch bei der Druckluft treten noch ziemliche Kraftverluste beim Komprimieren und Fernleiten ein[1]).

Mit dem Wesen der Druckluftcentralen deckt sich im großen und ganzen die Einrichtung der Druckwasseranlagen, nur daß hier das Wasser für die Kraftleitung benutzt wird, wie im ersteren Falle die Luft. Karmarsch[2]) schreibt über die Erfindung des Druckwassersystems folgendes: „Neuerlich ist das Bestreben mehrseits darauf gerichtet worden, in kleinem Maßstabe ausgeführte, fast in jedem Werkstattlokale aufzustellende Wassersäulenmaschinen (denen man verschiedene Abänderungen und den neuen Namen Wasserdruckmaschinen gegeben hat) auf drehende Bewegung einzurichten und zum Betriebe von Arbeitsmaschinen aller Art dort anwendbar zu machen, wo nur geringe Kräfte erfordert werden. In jeder Stadt, welche eine mittels beträchtlicher Druckhöhe gespeiste Wasserleitung und dabei Wasserverteilung in den Privathäusern besitzt, kann auf solche Weise vielen Werkstätten eine Kraftquelle geschaffen werden, welche der Dampfmaschine schon darum vorzuziehen ist, weil sie wenig Raum und keine Feuerung bedarf, auch jede beliebige Unterbrechung des Betriebs einfach durch Schließung eines Hahnens gestattet. Eine derartige Wasserdruckmaschine scheint zuerst von Shoklizh in Lemberg 1846 entworfen worden zu sein, ohne besondere Aufmerksamkeit zu erwecken." Die ökonomische Würdigung dieser Betriebskraft wird vor allem darauf achten müssen, ob die Druckwasseranlage lediglich auf dem natürlichen Gefälle eines hochgelegenen Wasserreservoirs beruht, wobei es sich sowohl um ein besonderes Reservoir, wie auch um das für eine städtische Wasserleitung überhaupt zur Verfügung stehende Wassersammelbecken handeln kann, oder ob das in der Druckleitung befindliche Wasser mit Hilfe von Pumpwerken oder Kompressoren künstlich unter Druck gesetzt wurde.

---

[1]) Nach Riedler verbraucht eine Pferdekraft pro Stunde 45 cbm Luft und kostet in 10 Stunden 4 Mk. 50 Pfg.

[2]) Karmarsch a. a. O.

In ersterem Falle gehört das System dieser Betriebskraft überhaupt nicht zu den in diesem Kapitel zu behandelnden Betriebskräften mit mittelbarer Naturkraft, sondern es handelt sich einfach um die Ausnützung des natürlichen Wassergefälles, die wir im vorigen Kapitel gewürdigt haben. Wo die Verhältnisse aber nicht so günstig liegen, wo das Wasser mit Pumpwerken künstlich gehoben, oder in Wassertürmen durch Dampf oder andere Betriebskraft künstlich komprimiert werden muß, um in gewisse Ferne und Höhen geleitet werden zu können, haben wir dasselbe Verhältnis wie bei der Druckluftanlage, das Wasser ist lediglich das Medium für die Wirkung einer Betriebskraft mit mittelbarer Naturkraft. Daß solche Wasserdruckmaschinen nur bei kleinem Kraftbedarf in Verwendung kommen können und eine um so kostspieligere Betriebskraft sind, je mehr es sich um ein nicht im Überfluß vorhandenes Wasserleitungswasser, um große Pump- und Druckanlagen, sowie um eigene Röhrenleitungen handelt, ergibt sich im Hinblick auf den doch nur geringen Nutzeffekt dieser Kraftanlagen von selbst [1]).

Bei dem neuerem System der hydraulischen Luftkompressoren oder Wasserkraft-Druckluftanlagen wird die Energie des fallenden Wassers unmittelbar in die dabei aufgesaugte und gepreßte Luft, sogenannte Wasserdruckluft umgesetzt. Es wird dadurch die Turbine ersetzt und dieser Motor gehört an sich zu den Betriebskräften mit unmittelbarer Naturkraft, wenn nämlich die durch die Wasserkraft gewonnene Druckluft unmittelbar transmittiert wird. Vielfach wird aber diese Druckluft erst in Elektrizität umgewandelt, wodurch die Energieverluste der Drucklufttransmissionen vermieden werden. Dieses noch neue Betriebskraftsystem hat viele Vorteile und wird in Deutschland zur Zeit besonders von dem Wasserdruckluft-Syndikat in Mühlheim a. Rh. eingeführt.

In ähnlicher Weise wie bei den eben erörterten Druckwasser- und Druckluftanlagen handelt es sich auch bei der Elektrizität nicht um eine eigentliche Betriebskraft, sondern um Vermittelung einer ursprünglichen Betriebskraft, als welche in dem Rahmen dieses, die mittelbaren Naturkräfte betreffenden Kapitels vor allem die Dampfkraft ins Auge zu

[1]) „Der Betrieb von Kleinwassermotoren ist je nach Ort und Gelegenheit abhängig von den natürlichen Wasserläufen oder den künstlichen Wasserleitungen. Aus den künstlichen Wasserleitungen der Städte Wasser zum Betrieb des Kleinmotors zu entnehmen, bringt einen hohen Preis der Triebkraft mit sich, der sich schwer abmindern läßt." Grothe, Über die Bedeutung der Kleinmotoren als Hilfsmaschinen f. d. Kleingewerbe, Schmollers Jahrb. f. Ges. u. V. 1884.

fassen ist. Im Jahre 1839 gelang es Jacobi mit einer elektromagnetischen Maschine von nahezu 1 P.S. in Petersburg auf der Newa ein Boot zu treiben[1]), später Stöhrer in Leipzig Drehbänke u. a. durch dasselbe Mittel in Bewegung zu setzen und Wagner in Frankfurt a/M. bemühte sich ernstlich, die Eisenbahn-Lokomotive durch eine elektromagnetische Maschine zu verdrängen. Während andere Betriebskräfte, wie die Dampfkraft und selbst der Gasmotor bereits eine hundertjährige Geschichte besitzen, handelt es sich bei der Elektrizität in ihrer Verwendung zu motorischen Zwecken um eine Erfindung der allerneuesten Zeit. Die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a/M. im Jahre 1891 bildet den Wendepunkt in der Geschichte der Elektrizität insoferne, als seit dieser Zeit die Verwendung dieser Kraft zu motorischen Zwecken in den Vordergrund des öffentlichen Interesses trat[2]).

Wir übergehen technische Einzelheiten[3]) über Elektrizität und elektrotechnische Maschinen und bringen nur einige wesentliche Punkte, die für die ökonomische Betrachtung von Bedeutung sind, in Erinnerung. Die Elektrizität wird für größeren Bedarf in der Gegenwart ausschließlich mit der dynamoelektrischen Maschine („Dynamo") erzeugt, welche die ihr zugeleitete mechanische Kraft in elektrische Arbeit umsetzt. Die Wirkungsweise dieser Maschine beruht einerseits auf der elektromagne-

[1]) Karmarsch a. a. O.

[2]) „In der That markiert die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a/M. einen Wendepunkt in der Entwickelung der Starkstromtechnik, spez. der Elektrizitätswerke. Während vordem, neben der Erzeugung elektrischen Lichtes, die Verteilung der Elektrizität zu motorischen Zwecken nur eine untergeordnete Bedeutung hatte, änderten sich die Ziele und Probleme der Starkstromtechnik mit einem Schlage nach dem glänzenden Gelingen des von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft und der Maschinenfabrik Oerlikon unternommenen Experiments, eine erhebliche Energiemenge in wirtschaftlich rationeller Weise auf große Entfernungen zu übertragen"; Lux, H., Die wirtschaftliche Bedeutung der Gas- und Elektrizitätswerke in Deutschland. Eine volkswirtschaftlich-technische Untersuchung. Leipzig 1898. Vgl. auch: Bericht über die Verhandlungen des internationalen Elektrotechniker-Kongresses zu Frankfurt a/M. v. 7.—12. Nov. 1891. Nach stenogr. Aufzeichnungen herausgeg. v. d. elektrotechnischen Gesellsch. in Frankfurt a/M., Frankfurt a/M. 1892.

[3]) Vgl.: Fröhlich, Die Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus, Berlin 1878. Kittler, Handbuch der Elektrotechnik, Stuttgart 1892. Silvanus P. Thompson, Die Dynamo-Elektr. Maschinen, Halle 1896. Giesbert Kapp, Elektrische Kraftübertragung, Berlin und München. Populär geschrieben und eher für den Nichtfachmann geeignet ist: Grätz, Die Elektrizität und ihre Anwendungen, Stuttgart 1900.

tischen Induktion, andererseits auf dem dynamoelektrischen Prinzip, welches Werner v. Siemens im Jahre 1866 entdeckte. Die Einheit des Effektes der elektrischen Kraft ist das Voltampère, welches zu Ehren des Erfinders der Dampfmaschine den Namen Watt trägt. Der elektrische Strom ist nämlich charakterisiert[1]) durch eine gewisse Spannung, die in Volt (V) gemessen wird, und eine gewisse Intensität (Stromstärke), die in Ampère (A) gemessen wird, das Produkt aus den gemessenen Volt und Ampère, in der Praxis Voltampère (VA) oder Watt (W) genannt, gibt den Effekt des Stromes an. Bei Wechselstrom sind die Verhältnisse etwas komplizierter; der Effekt kann nicht einfach durch Multiplikation der V und der A erhalten werden, gemessen wird er aber ebenfalls in Watt. Theoretisch entsprechen einer mechanischen Pferdestärke (P.S.) 736 Voltampère (VA) oder Watt (W). Bei einmaliger Transformation mittels moderner Dynamomaschine gibt 1 P.S. wenigstens 662 W. Umgekehrt geben 1000 Watt oder 1 Kilowatt, in einen Elektromotor hineingeleitet, an dessen Riemenscheibe einen mechanischen Effekt von etwa 1 P.S.[2]).

Wenn wir nun diese Wirkungsweise der elektrischen Kraft, be-

---

[1]) Elementare Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus von Sylvanus P. Thompson. Tübingen 1887.

[2]) Über diese Grundbegriffe, die für die Nationalökonomie der technischen Betriebskraft die gleiche Bedeutung haben, wie etwa das Tonnenkilometer im Verkehrswesen, der Münzfuß im Geldwesen u. s. w. ist noch folgendes zu bemerken: Außer der Maßeinheit des Voltampère kennt die Elektrizität noch andere, spez. eine solche für den elektrischen Widerstand, die mit „Ohm" bezeichnet wird. Sie ist gleich dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 106 cm Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0° C., oder demjenigen eines Kupferdrahtes von ca. 48 m Länge bei qmm Querschnitt und 0° C. 1 Volt dagegen ist etwa = $^9/_{10}$ der Spannung an den Polen eines Daniellschen Elements; 1 Ampère endlich bezeichnet die Stromstärke, welche in einem Leiter herrscht, dessen Widerstand = 1 Ohm, und an dessen Enden eine Spannungsdifferenz = 1 V besteht. Die Einheit der elektrischen Leistung, ein Watt, ist diejenige, welche ein Strom von 1 Ampère Stärke und 1 Volt Spannung in 1 Sekunde leistet. Es haben 75 mkg (pro Sekunde) oder eine mechanische effektive Pferdekraft einen Wert = 736 VA, d. h. eine elektrische Kraft von einer Spannung = x Volt und einer Stromstärke = y Ampère leistet theoretisch $\frac{x \cdot y}{736}$ P S. Werden die 736 Voltampère oder Watt für die Dauer einer Stunde ausgeübt, so entsprechen sie einer Pferdekraftstunde u. s. f. Dieser theoretische Wert derselben vermindert sich natürlich in der Praxis bedeutend, je nach der Anzahl und Art der Umformungen, die der elektrische Strom bis zur Verwendungsstelle zu erfahren hat. (vgl. Lux a. a. O.)

ziehungsweise das derselben zu Grunde liegende System vom ökonomischen Standpunkte zu würdigen suchen, so erscheint vor allem die Erzeugung der mechanischen Energie, welche der Dynamomaschine zugeleitet werden muß, von größter Bedeutung. Die mechanische Arbeit, welche irgend eine Betriebsmaschine, sei es eine Dampfmaschine, eine Wasserturbine oder Wasserdruckluftanlage, ein Petroleum oder Gasmotor, liefert, wird mit sehr geringen Verlusten durch die Dynamo in elektrische Energie umgesetzt. Dank dem hervorragenden Wirkungsgrade der elektrischen Energie mit sehr geringen Kraftverlusten auch bei großen Entfernungen bedeutet die elektrische Kraftübertragung in ökonomischer Beziehung vor allem Kraftersparnis; denn erst durch sie ist es möglich eine große centrale Primärstation zu schaffen, die natürlich die Kraft weit billiger liefern kann, als eine Reihe an verschiedenen Orten stationierter kleinerer Kraft- erzeugungs- besonders also Dampfmaschinen. Welche Betriebskraft für die Stromerzeugung zu wählen ist, muß auf Grundlage der gegebenen Verhältnisse entschieden werden, wobei nicht bloß auf die unmittelbar notwendige Kraft, sondern auch auf die Reserven Rücksicht zu nehmen ist. Auf die Verbindung der unmittelbaren Naturkraft des Wassers mit der Elektrizität werden wir im nächsten Kapitel noch zu sprechen kommen, an dieser Stelle erscheint die Verbindung der Dampfkraft mit der Elektrizität als der typische Fall[1]) der Elektrizität als industrieller

[1]) „Auch die Elektrizität wird ihm (dem Dampf) wahrscheinlich keinen erheblichen Abbruch thun, denn Batterien, in denen ein Metall oxydiert und aufgelöst wird, lassen sich eben deswegen nicht mit Vorteil in größerem Maßstabe zur Gewinnung von mechanischer Kraft verwenden, sondern zu diesem Zwecke wird stets eine bereits anderweitig gegebene mechanische Kraft dienen müssen, die zunächst mittels einer Dynamo- oder ähnlichen Maschine einen elektrischen Strom erzeugt. Der ursprüngliche Krafterzeuger aber wird meistens wohl noch auf lange Zeit die Dampfmaschine sein, und erst wenn in ferner Zukunft die Kohlen (deren freie Verwandtschaft zu dem unentgeltlich zur Verfügung stehenden Sauerstoff gegenwärtig eine so bequeme und reichliche Quelle verwertbarer Energie bildet) immer seltener und teuerer werden sollten, dürfte das Wassergefälle, namentlich auch mit Benutzung der Flutwelle, mehr und mehr an die Stelle der Dampfkraft treten. Die Elektrizität würde dabei also zunächst nur als das beste Mittel zur Übertragung und Leitung mechan. Energie von einer lokalisierten Kraftquelle auf große Entfernungen zur Anwendung kommen, wie auch jetzt ihr Hauptvorteil für kleine Betriebe darin besteht, daß sie an jedem Orte von einer Centralstelle aus auf die einfachste und billigste Art den Benutzern zugeführt werden kann". Lexis, Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Art. Maschinenwesen.

Betriebskraft. Ein Blick in die Maschinenhalle der letzten Pariser Weltausstellung bestätigte dies am besten.

Die sämtlichen Dampfmaschinen des Maschinengebäudes waren gekuppelt mit Dynamomaschinen, welche die mechanische Kraft der Dampfmaschinen in elektrische Energie umsetzten und über die ganze Ausstellung außerhalb der Maschinenhalle verbreiteten. So kam es, daß die Maschinenhalle nur die Betriebskräfte umfaßte, während die Arbeitsmaschinen in den vielen Gebäuden der Ausstellung zerstreut waren, aber von der Maschinenhalle aus in Betrieb gesetzt wurden. Bei der vorletzten Pariser Ausstellung im Jahre 1889 war diese Trennung von Krafterzeugung und Kraftverwertung noch nicht möglich, sondern die Kraftmaschinen und die Arbeitsmaschinen standen noch beisammen in einer großen Halle.

So schön sich aber auch der technische Fortschritt in diesen Verkupplungen von Dampfmaschinen und Dynamos darstellt, so wenig läßt sich bestreiten, daß ein solcher doppelter Maschinenaufwand für die ökonomische Würdigung dieser Betriebskraft von Bedeutung ist. In dem Buche von Lux[1]) finden sich hierüber auf Grund von Vergleichungen verschiedener Elektrizitätsanlagen bemerkenswerte ziffernmäßige Angaben. Lux schreibt: „Einen weiteren erheblichen Anteil an der gesamten Kapitalanlage haben die in den Maschinen investierten Werte, im Durchschnitte 325,6 Mk. für das installierte Kilowatt. Da die Akkumulatoren aber für die Speisung des Leitungsnetzes eine sehr wesentliche Rolle spielen, und wenn sie fehlen, die Maschinentypen erheblich größer gewählt werden müssen, wird man die in ihnen angelegten Werte dem Werte der eigentlichen Elektrizitätsgeneratoren zuzählen müssen. Es ergibt sich dann für die Elektrizitätsgeneratoren im weiteren Sinne eine durchschnittliche Kapitalsanlage von 437,4 Mk. für das angeschlossene Kilowatt, ungefähr ein Viertel der gesamten Kapitalsanlage. Berlin mit seinen riesigen, im Verhältnis zur Größe und Leistungsfähigkeit aber relativ billigen Dampfdynamos nimmt hier die günstigste Stelle ein. Für die Maschinen allein kommen 193,2 Mk. Kapitalsanlage, für Maschinen und Akkumulatoren zusammen 197,4 Mk. per angeschlossenes Kilowatt in Betracht." Berlin nimmt nach der Darstellung von Lux[2]) in diesem Punkte eine ganz exceptionelle Stellung ein, wie sie eben nur durch einen selbst in den geringsten

[1]) Lux a. a. O.

[2]) Lux a. a. O.

Stunden des Verbrauches noch immer sehr großen Konsum ermöglicht wird. Auf Berlin folgt sofort Frankfurt am Main mit seinen vorzüglichen, modernen Wechselstromgeneratoren, die wesentlich leichter und dementsprechend auch billiger als die alten Typen sind. Relativ sehr hoch bewertet sind dagegen die Wechselstrommaschinen in Köln. Sehr hoch sind die Anlagekapitalien für Maschinen und Akkumulatoren auch in Hamburg. Es liegt im Wesen der elektrischen Kraftübertragung, daß zu der Dampfmaschine und der damit verbundenen Dynamomaschine, welche die mechanische Arbeit in elektrische umsetzt, noch eine weitere Maschine kommt, der Elektromotor, welcher die elektrische Energie wieder in mechanische Bewegung umwandelt. Dies ist besonders bei elektrischen Centralen mit weitgehender Kraftverteilung von Bedeutung, wobei der Elektromotor, der in irgend einer Werkstatt angeschafft wird[1]), gewissermaßen als die eigentliche Betriebskraftmaschine erscheint.

Die Abhängigkeit der elektrischen Kraftleistung von der Betriebskraft des Dampfes bedingt aber nicht bloß den erhöhten Aufwand für die Maschinen. Alles was wir oben bei der ökonomischen Würdigung der Dampfmaschine als unökonomisch bei dieser Betriebskraft bezeichnet haben, tritt natürlich auch hier bei der Verbindung von Dampfmaschine und Elektrizität in Geltung. Die großen Ausgaben für die Kohlen und die geringe Ausnützung derselben sind da in erster Linie wieder in Erinnerung zu bringen. Die Kosten für die Kohle sind ein wesentlicher Bestandteil der Betriebskosten des Elektrizitätswerkes[2]), wenn sie

[1]) Die Anlagekosten der Elektromotoren bestehen aus dem Preise des Motors, wozu an kleineren Beträgen die Fracht, Verpackung, Montage, Zuleitung, etwaiger Anlaßwiderstand mit Ausschalter kommen. Für Platzbedarf, Fundamentierung ist nichts auszusetzen, da diese Motoren vielfach an solchen Stellen zur Aufstellung gelangen, die sonst absolut keine oder nur nebensächliche Verwendung finden. Unter Berücksichtigung dieser Umstände können gegenwärtig als Anlagekosten gelten:

Größe	1	2	3	4	5	P.S.
Preis	500	700	900	1100	1300	Mk.

Bei kleinen Kräften erfordert der Elektromotor gar keine Bedienung, also auch keine Ausgaben dafür. Auch die Unterhaltungskosten sind gering und bestehen hier hauptsächlich aus dem zeitweiligen Ersatz der Bürsten und dem Schmiermaterial, dessen Verbrauch aber geringer ist, wie z. B. bei den Gasmotoren. Marr a. a. O.

[2]) Nach Lux betragen die Betriebskosten, also die Ausgaben für Kohlen, Gehälter, Verzinsung, Amortisation u. s. w. 216,7 Mk. für das angeschlossene Kilowatt. Lux fügt hinzu: „Naturgemäß werden sich hier sehr erhebliche Unterschiede, je nach den lokalen Verhältnissen ergeben müssen, die von den Kohlen-

auch gegenüber den Kosten für die Verzinsung und Amortisation großer Anlagekapitalien vielfach stark zurücktreten.

Die Anlage- und Betriebskosten richten sich aber auch noch speziell nach dem System, welches dem Elektrizitätswerk zu Grunde gelegt ist, vor allem nach der Wahl des Stromes; dafür ist wieder die Höhe der Spannung von Einfluß. Für elektrische Übertragung mit Spannung bis zu 550 Volt wird man meist Gleichstrom wählen, für Anlagen mit höherer Spannung wird Wechselstrom und zwar meist dreiphasiger Wechselstrom — Drehstrom genannt — zu verwenden sein. Hochgespannten Drehstrom wird man benötigen, um die Energie in schwachen Leitungen auch auf größere Entfernungen leiten zu können [1]). Bei Verwendung von Gleichstrom wird meist eine Sammler- oder Akkumulatorenbatterie aufgestellt werden, welche im stande ist, beträchtliche Mengen der von der Dynamo gelieferten Elektrizität aufzuspeichern und im Gebrauchsfalle wieder abzugeben. In diesem Falle lösen sich dann Dynamo und Akkumulator in der Stromlieferung ab. Auch können sich beide bei größerem Energiebedarf gegenseitig ergänzen, so, wenn zum Beispiel gegen Abend auch noch Strom für Beleuchtung benötigt wird, welchen die Dynamo allein nicht mehr liefern kann, dann arbeiten Batterie und Maschine zusammen auf das Leitungsnetz. Sinkt später der Kraftbedarf, so wird die Dynamo abgestellt und die Batterie übernimmt ohne weiteres die Stromlieferung. Außerdem ermöglicht es eine solche Batterie, die Betriebsmaschine und die Dynamo stets vollbelastet und damit im günstigsten Wirkungsgrade arbeiten zu lassen. Auf diese Weise sorgen die Akkumulator-Batterien für den Ausgleich zwischen Perioden größten und kleinsten Strombedarfs und verhüten Überanstrengung der Maschine einerseits, des Kabelnetzes andererseits. Man hat ihnen deshalb auch die treffende Bezeichnung „Pufferbatterien“ beigelegt.

Bei Wechselstromanlagen ist die Anwendung von Akkumulatoren ausgeschlossen. Dafür kommt hier in der Regel, nämlich bei hoher Spannung, eine andere maschinelle Einrichtung hinzu, der Transfor-

---

preisen, von der Größe der Anlage, von der mehr oder minder großen Ausnützung derselben, von dem Systeme, ob Gleich- oder Wechselstrom, ob direkter oder indirekter Betrieb zur Anwendung kommt, u. s. w. abhängig sind. Allgemeine Gesichtspunkte lassen sich hier fast gar nicht aufstellen.“

[1]) Siemens und Halske, Die Elektrizität in der Landwirtschaft, Berlin 1901.

mator. Der hochgespannte Wechselstrom ist zwar das geeignetste Mittel, um Energie weithin zu leiten. Es wäre jedoch unzweckmäßig, ihn an den Gebrauchsstellen unmittelbar zu benützen. Vielmehr findet vor der Verwendung eine Umformung statt. Der Wert einer elektrischen Energiemenge ist durch das Produkt aus Stromstärke und Spannung bestimmt. Im Interesse eines Transportes durch dünne, d. h. billige Leitungen war bisher die Stromstärke gering und die Spannung dementsprechend hoch gewählt worden. An der Verbrauchsstelle ist das umgekehrte Verhältnis erwünscht. Das Mittel, dies zu erreichen, bietet der sogenannte Transformator oder Spannungswandler [1]). Es wird z. B. dem Transformator ein Strom von 5000 Volt Spannung und 10 Ampère Stromstärke zugeführt und ein Strom von 150 Volt und 330 Ampère entnommen, mit welchem man nun unbedenklich hantieren kann, welcher jedoch zu seiner Fortleitung stärkere Drähte braucht. Sollen ganze Gebäude dauernd aus der Hochspannungsleitung Strom entnehmen, so wird ein stationärer Transformator aufgestellt. Dagegen wäre es verfehlt, an Orten, an welchen die Energie nur vorübergehend erforderlich ist, Transformatoren dauernd einzubauen. In diesen Fällen findet der fahrbare Transformator Verwendung. Nach Vollendung der jeweiligen Arbeit, z. B. nach dem Umpflügen eines Ackers, werden Transformator und Kabel ausgeschaltet und anderweitig verwendet. Diese Anordnung gestattet eine weitgehende Ausnützung des Leitungsmaterials und wirkt dementsprechend günstig auf die Rentabilität des elektrischen Betriebes. Stets muß für den einzelnen Fall entschieden werden, sagt Lux [2]), ob Gleichstrom — mit oder ohne Akkumulatorenreserve —, ob einphasiger Wechselstrom oder Drehstrom vorzuziehen seien; ob diese letzteren sowohl für das primäre als auch das sekundäre Verteilungsnetz zur Anwendung kommen sollen, oder ob für das sekundäre Netz die Umformung in Gleichstrom vorzuziehen sei.

Je nach der Wahl des Stromes treten also neue Kosten für maschinelle Einrichtungen, für Transformatoren oder Akkumulatoren hinzu. Daß die Wahl des Stromes aber auch indirekt von großer Bedeutung für die Anlagekosten des Elektrizitätswerkes werden kann, ergibt sich aus folgenden Bemerkungen von Lux. „Für Gleichstrom niedriger Spannung

---

[1]) Näheres bei Gisbert Kapp, Transformatoren für Wechselstrom und Drehstrom, Berlin 1895.

[2]) Lux a. a. O.

(bis 250 Volt) gelten 2 km als die äußerste Grenze, bis wohin die Elektrizität noch ohne erhebliche Einbuße fortgeleitet werden kann. In größeren Städten bedingen also Gleichstromcentralen durchaus eine centrale Lage. Die Elektrizitätswerke sind demnach nolens volens zum Erwerbe von Grund und Boden gerade in den teuersten Stadtgegenden gezwungen, denn nicht alle Städte sind in der glücklichen Lage wie Breslau, mitten im Centrum der Stadt eigenes, verfügbares Terrain zu besitzen. Der Wert der Grundstücke und Gebäude macht deshalb auch bei den meisten Centralen einen sehr erheblichen Teil der ganzen Kapitalsanlage aus. Im Durchschnitte von zehn Städten beträgt der Wert von Gebäuden und Grundstücken 323,2 Mk. pro Kilowatt, also etwas mehr als ein Fünftel der ganzen Kapitalsanlage." Mit der eben erwähnten Leitungsanlage für die Kraftübertragung ist ein weiteres Moment für die ökonomische Würdigung der elektrischen Betriebskraftanlagen gegeben. Im großen und ganzen arbeiten ja die elektrischen Maschinen mit hohen Wirkungsgraden. Man rechnet im Durchschnitt für Dynamo, Leitung und Motor einen Gesamtverlust von 25 % der zu übertragenden Energie und wird demnach für die ganze elektrische Anlage mit einem Wirkungsgrad von 75 % rechnen müssen, d. h. für $1^1/_3$ P.S., welche die Dampfmaschine leistet, gibt der Elektromotor an jeder beliebigen Arbeitsstelle eine Pferdestärke ab. Die Leitungsanlage und der Kraftverlust werden aber von immer größerer ökonomischer Bedeutung, je weiter die Stromleitung erfolgt. Nach Lux[1]) sind die Anlagekosten für das Leitungsnetz im Durchschnitt fast doppelt so groß als die Anlagekosten für die Generatoren. Auf das angeschlossene Kilowatt betragen sie im Durchschnitt 601,3 Mk. Fast durchweg betragen sie mehr als $^1/_3$ der gesamten Anlagekosten. Von Einfluß ist, ob das Zwei- oder Dreileitersystem, ob ober- oder unterirdische Leitungen zur Anwendung kommen sollen. Größere elektrische Stromstärken erfordern einen größeren Kupferquerschnitt der Leitungen, während bei höheren Spannungen besondere Sorgfalt auf die Isolation zu legen ist. Bei kleineren Entfernungen sind die Abmessungen der Kupferquerschnitte nicht allzu wichtig. Bei Kraftübertragungen über mehrere Kilometer ist dagegen die Bemessung des Kupferquerschnittes der Leitungen nicht selten für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage ausschlaggebend. Für diese Fälle wird man daher

[1]) Lux a. a. O.

die Spannung möglichst hoch wählen. Nach Slaby[1]) hat es sich bisher nicht als ökonomisch erwiesen, elektrischen Strom über 50 km weit zu leiten, und es sind für die nächste Zeit nach dieser Richtung hin auch keine wesentlichen Fortschritte zu erwarten. Es ist also bei der elektrischen Kraftübertragung auf weitere Entfernung von einem gewissen Abstand an zwischen technischer Möglichkeit und wirtschaftlicher Nützlichkeit wohl zu unterscheiden. Auch erscheint es uns zweifelhaft, ob man die exceptionellen Verhältnisse am Niagara, vorausgesetzt, daß sich alles so verhält, wie es von dort berichtet wird, als typisch hinstellen darf[2]). Die neueren Versuche, an Stelle von Kupfer Aluminium als Leitungsdraht zu benützen, sind lediglich aus wirtschaftlichen Gründen veranlaßt worden. Da die Kupferpreise fortwährend steigen, sucht man in dem etwas billigeren Aluminium einen Ersatz; die Versuche sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Bei der ökonomischen Würdigung der auf der Grundlage einer mittelbar gewonnenen Naturkraft in Betrieb befindlichen Elektrizitätswerke sind also sehr viele und sehr verschiedenartige Momente zu berücksichtigen und es ist schwer, in Durchschnittskosten die Quintessenz der elektrischen Betriebskraftanlagen in ökonomischer Beziehung mitzuteilen. Bezüglich der Selbstkosten der verschiedenen städtischen Elektrizitätswerke schreibt Lux[3]):

„Die Selbstkosten hängen von verschiedenen Umständen ab. Zunächst von den Fabrikationsunkosten, die hauptsächlich in die Kosten für Kohle und Verwaltung zerfallen. Aber wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, machen die relativen Kosten für die Kohlen nur einen sehr bescheidenen Teil der Gesamtgestehungskosten aus. Ihr relativer Betrag schwankt natürlich außerordentlich nach der durchschnittlichen Ausbeute aus 1 kg Kohle und dem jeweiligen Kohlenpreise. Einen ungleich größeren Einfluß auf die Selbstkosten üben die in Ansatz gebrachten Quoten für Tilgung und Abschreibung aus. Der Grundpreis

---

[1]) Slaby, Die Elektrotechnik im 20. Jahrh. in Kirchhoffs Technischen Blättern, Januar 1901.

[2]) Die wirtschaftliche Grenze der Kraftverteilung der Niagarafälle bis dahin, wo die Elektrizität mit der Dampfkraft gerade noch konkurrieren kann, berechnen nämlich Edw. J. Houston und A. E. Kennelly auf 530 km — etwa die Entfernung der Niagarafälle bis New-York. Vgl. Electrical Engineer vom 2. Mai 1894. Lux, Die Grenzen der wirtschaftlichen Rentabilität elektrischer Kraftübertragungsanlagen, im Sozialpolitischen Centralblatt, 3. Jahrg.

[3]) Lux a. a. a.

für Elektrizität schwankt zwischen 6 Pfg. und 8 Pfg. für die Hektowattstunde. Dieser Grundpreis erleidet aber verschiedene wesentliche Variationen infolge zahlreicher und unter ganz verschiedenen Gesichtspunkten normierter Rabatte, so daß in den seltensten Fällen der Grundpreis zur Anwendung kommt. Ganz besondere Vergünstigungen werden vor allem den Konsumenten von Elektrizität für gewerbliche Zwecke zu teil. Hier finden Schwankungen im Grundpreise zwischen 0,5 und 8 Pfg. für die Hektowattstunde statt [1])." Eine gewisse Schlußabrechnung über den Nutzeffekt der elektromotorischen Kraft stellt auch die von Lux [2]) durchgeführte Vergleichung des Elekromotors mit dem Gasmotor dar. Unter der Voraussetzung, daß 0,9 cbm Leuchtgas pro Stunde im Gasmotor 1 P.S. liefern, daß 4860 Kilogrammkalorien einer Pferdestärke äquivalent sind, schreibt Lux [2]): „Beim Elektromotor dagegen liefert 1 Kilowattstunde 1 P.S. 1 Kilowattstunde ist aber nur 864 Kilogrammkalorien äquivalent. Die Ökonomie des Elektromotors ist also fünfmal so groß als die des Gasmotors. Auch hier aber verhalten sich die Betriebskosten wesentlich anders. 0,9 cbm Kraftgas kosten in Berlin 9 Pfg., 1 Kilowattstunde Strom für gewerbliche Zwecke aber 16 Pfg. Wenn also auch in Bezug auf den Nutzeffekt sowohl die elektrische Beleuchtung als auch der Elektromotorenbetrieb weit der Verwendung des Gases überlegen ist, und das Kochen und Heizen mittels Elektrizität dem Kochen mit Gas etwa gleichkommt, so steht doch soviel unbedingt fest, daß im allgemeinen, *sofern es sich um die reine wirtschaftliche Frage bei den Konsumenten handelt* — mit alleiniger Ausnahme des elektrischen Bogenlichtes —, die Gaswerke den Elektrizitätswerken den Rang ablaufen.

---

[1]) Ausführliche Tabellen für die Kosten eines Elektromotors unter verschiedenen Voraussetzungen finden sich bei Marr a. a. O. Die Grundlagen seiner Berechnungen sind folgende:

An Kosten wird in den meisten Städten berechnet 20 Pfg. für 1000 abgegebene Wattstunden, außer einer Miete für den Zähler derselben. Zum Betriebe der verschiedenen Elektromotoren werden erfordert per Stunde:

Größe	1	2	3	4	5	P.S.
Kraftbedarf	1000	1900	2800	3700	4500	Watt
Bei einem Preise von 20 Pfg. pro 1000 Wattstunden gibt dies:						
pro Stunde	20	38	56	74	90	Pfg.
Hierzu kommt an Zählermiete jährlich:						
	15	25	35	35	35	Mk.

[2]) Lux a. a. O.

Der Grund liegt allerdings zum großen Teil darin, daß nicht der Absatz des Gases allein seinen Kaufpreis bestimmt, sondern daß bei der Bestimmung desselben der Absatz der Nebenprodukte eine sehr erhebliche Rolle spielt."

Wir haben im vorstehenden in der Hauptsache Centralen, insbesondere städtische Elektrizitätswerke ins Auge gefaßt und deshalb auch am Schlusse der Kritik die Gaswerke jenen gegenübergestellt. Ganz anders kann es mit der Wirtschaftlichkeit einer Elektrizitätsanlage bei anders gearteten Verhältnissen stehen. Auf die Verwertung einer billigen und günstigen Wasserkraft werden wir ohnedies später noch zu sprechen kommen; sie kann ja auch für die Centralen und städtischen Elektrizitätswerke von größter Bedeutung werden. Aber auch darauf ist Rücksicht zu nehmen, daß elektrische Einzelanlagen sehr häufig da durchaus wirtschaftlich sein können, wo eine Dampfanlage ohnedies notwendig, elektrische Kraftübertragung betriebstechnisch wünschenswert ist, und außerdem in Ermangelung einer vorhandenen Gasanlage die Beleuchtung und Heizung noch nebenher miterzielt wird. Dies ist insbesondere bei Fabriken auf dem Lande und bei landwirtschaftlichen Nebengewerben der Fall und da ist die Dynamo natürlich einer besonders zu errichtenden Gasanstalt weit überlegen. Bei der auf Dampfkraft begründeten Elektrizität ist aber der verhältnismäßig teuere Betrieb in letzter Linie immer auch auf die bekannten wenig ökonomischen Grundlagen der Dampfkraft selbst mit zurückzuführen.

Die Bemühungen, diese Grundlagen zu verbessern, haben sich allmählich in dem Problem verdichtet, die Elektrizität direkt aus der Kohle unter Umgehung der Dampfkraft zu gewinnen. Der Gedanke als solcher ist schon im Jahre 1842 von Robert Mayer, dem berühmten Entdecker des Prinzips von der Erhaltung der Energie, ausgesprochen, aber praktisch bis auf den heutigen Tag noch wenig gefördert worden. Die Erwägung, daß selbst die besten Dampfkesselanlagen die in der Kohle vorhandene Wärme nur bis zu etwa 81 % ausnützen und die besten Dampfmaschinen nur 16 % dieser Dampfkraft verwerten, daß dagegen die Dynamomaschinen bis zu 90 % und mehr die ihr zugeführte Kraft in elektrische Energie umsetzt und daß auch der Elektromotor diese Kraft zum gleichen Prozentsatz wieder abgibt, läßt deutlich erkennen, welch großer Vorteil in der Ausschaltung der Dampfmaschine bei einer elektrischen Betriebskraftanlage zu erzielen wäre. Als unerreichtes und wohl auch unerreichbares Vorbild der Natur

bietet sich bei den Versuchen zur Lösung dieses Problems der tierische Organismus dar, in welchem die im Nährstoff enthaltene Energie direkt in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Selbstverständlich wird der tierische Organismus für den Techniker zur Zeit nur die Bedeutung einer Analogie aus dem Gebiete der organischen Welt haben können, wenn anders die Techniker nicht wieder auf die Abwege der Homunculus-Konstruktion geraten sollen. Nach Slaby[1]) ist die direkte Gewinnung der Elektrizität aus Kohlen durchaus keine Utopie. Er ist sogar der Ansicht, daß das 20. Jahrhundert die Lösung dieses Problems bringen wird; doch glaubt er nicht, daß damit die außerordentliche Verbilligung der elektrischen Kraft verbunden sein wird, welche so viele aus der Verwirklichung dieser Idee erhoffen, denn dasjenige, was die elektrische Kraft immer noch teuer machen werde, seien die Leitungsanlagen.

Die mangelhafte Kraftausnützung bei der Betriebskraft des Dampfes dürfte ein Hauptgrund mit dafür sein, daß neben dieser Betriebskraft in neuerer Zeit in steigendem Maße noch andere Motoren, insbesondere der Gasmotor und der Petroleummotor, aufgekommen sind. Während bei der Dampfkraft die Kraftausnützung auch in günstigeren Fällen meist nur 10—13 % beträgt, steigert sich diese bei jenen Motoren bis zu 20, bei den neuesten Petroleummotoren sogar bis zu 30 und 35 %.

Die Erfindung des Leuchtgases aus Steinkohle ist nach Lux[1]) in das Jahr 1797 zu setzen und zwar geschah sie in England. Über die Verwertung des Gases zu motorischen Zwecken schreibt Karmarsch[2]) folgendes: „Wenn man die Priorität nach dem Zeitpunkt bestimmt, in welchem auf die betreffenden Erfindungen Patente erteilt worden sind, so müssen als die ersten Erfinder der Gasmaschine zwei Italiener: Barsanti und Mattencci und der Franzose Hugon in Paris anerkannt werden; beide Patente sind von 1858. Im Jahre 1860 folgte Lénoir in Paris, 1866 traten Otto und Langen in Köln auf. Die Italiener, deren Projekt nicht zur Ausführung gediehen zu sein scheint, wollten das explosive Gasgemenge durch einen elektrischen Funken entzünden, und das gleiche Verfahren wendet Lénoir an, wogegen Hugon, gleichwie Otto und Langen zu dem Zwecke ein Gasflämmchen gebrauchen. Um die

[1]) Slaby a. a. O.
[2]) Lux a. a. O.
[3]) Karmarsch a. a. O.

Verbesserung der Lénoirschen Maschine haben sich in Deutschland Koch in Leipzig und Kulm zu Berg bei Stuttgart verdient gemacht. Vielfach sind Maschinen nach den genannten drei praktischen Systemen in Benützung genommen." Karmarsch fügt an diese Entwickelungsgeschichte der Gasmaschinen noch folgende kritische Bemerkung: „Doch ist ihre vorteilhafte Anwendung schon allein durch die Kostspieligkeit des verbrauchten Gases sehr in Zweifel gestellt, mithin ihr Platz in der Industrie noch nicht genügsam befestigt." Diese Sätze sind inzwischen (seit 1872) durch die thatsächliche Entwickelung überholt worden, wie eine kurze technisch-ökonomische Würdigung der Gasmaschinen der Gegenwart beweisen wird [1]).

Die Gasmaschine (Gaskraftmaschine, Gasexplosionsmaschine) hat als Hauptbestandteil einen Cylinder, in welchem der Kolben durch den Stoß bewegt wird, den ein im Cylinderraum plötzlich abbrennendes Gemenge von atmosphärischer Luft und Steinkohlengas (gewöhnlichem Leuchtgas) erzeugt. Über dem Nutzeffekt des Gasmotors macht Lux [2]) in Vergleichung mit dem des Elektromotors einige Angaben, zu welchen wir aber die schon oben [3]) gemachte Bemerkung in Erinnerung bringen müssen wonach wir an einer Unterscheidung des technischen und ökonomischen Nutzeffektes des Gases festhalten, insofern das Gas selbst wieder das Produkt, also der Nutzeffekt eines technischen Prozesses ist. Erst durch das Zusammenhalten dieser beiden technischen Nutzeffekte erhält man den ökonomischen Nutzeffekt des Gases. Lux schreibt: „Im Gasmotor verbrannt, liefern etwa $^2/_3$ bis $^3/_4$ cbm Leuchtgas pro Stunde den mechanischen Effekt von 1 P.S.; allerdings nur in den besten größeren Gasmotoren. Im Durchschnitt braucht man zur Erzeugung von 1 P.S. etwa 0,9 cbm; so daß man also bei überschläglichen Vergleichungen die bei der stündlichen Verbrennung von 1 cbm Leuchtgas erzielte

[1]) Fink, Zur Theorie der Kraftgasmaschinen, 1884 (Festschrift der kgl. technischen Hochschule zu Berlin zur Feier der Einweihung ihres neuen Gebäudes am 2. November 1884, Berlin 1884); Festschrift der Gasmotorenfabrik Deutz zur Feier des 25jährigen Zusammenwirkens der Herren Geheimrat Eugen Langen und N. A. Otto, Köln-Deutz; R. Schöttler, Die Gasmaschine. Ihre Entwickelung, ihre heutige Bauart und ihr Kreisprozeß, 2. Aufl., Braunschweig 1890; A. Perret, L'industrie des gaz Paris 1901; Chauveau, Die Gasmaschine, Leipzig 1895, hier auch die Journallitteratur der letzten Jahre. Lux a. a. O.; Marr a. a. O.

[2]) Lux a. a. O.

[3]) Vgl. oben (S. 46) Anmerkung.

Arbeit mit der elektrischen Arbeit von 1 Watt per Stunde äquivalent setzen kann. Als Arbeitseinheit wird gewöhnlich die Kilowattstunde (K.W.Std.) = 1000 Wattstunden — häufig auch die Hektowattstunde (H.W.Std.) — angenommen: 1 cbm Leuchtgas wäre also einer Kilowattstunde äquivalent. In Bezug auf die Lichtentwickelung kann man 1 cbm Leuchtgas ebenfalls noch annähernd mit 1 Kilowatt äquivalent setzen. Dagegen ist in Bezug auf die Wärmeentwickelung 1 cbm Leuchtgas einer K.W.Std. weit überlegen. 1 cbm guten Leuchtgases besitzt ca. 5400 Kilogrammkalorien, 1 K.W.Std. ist aber nur 864 Kilogrammkalorien äquivalent." Die Einzelheiten der verschiedenen Systeme von Gasmotoren mitzuteilen, würde uns zu weit auf das technische Gebiet führen. Die beliebtesten und weitverbreitetsten Gasmotoren sind in Deutschland die Otto-Langenschen aus der bekannten Deutzer Fabrik.

Wenn es sich um große Centralanlagen, Gaswerke mit einem weitverzweigten Röhrennetz handelt, sind die ökonomischen Grundlagen insofern ähnliche wie bei den oben geschilderten Elektrizitätswerken, als ein beträchtliches Anlagekapital für Maschinen, Gebäude und Leitungen zu verzeichnen ist. Auch die Gasmotoren selbst an den einzelnen Gebrauchsstellen unterscheiden sich in diesen Beziehungen wenig von den Elektromotoren [1]). Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich in ökonomischer Beziehung zwischen den Gaswerken und Elektrizitätswerken dadurch, daß die ersteren die bedeutenden Betriebskosten für Kohlen durch Gewinnung von Nebenprodukten aus dem Vergasungsprozeß wieder erheblich verringern, was bei den Elektrizitätswerken nicht der Fall ist. Es handelt sich da hauptsächlich um die Gewinnung von Ammoniak, Kokes und Teer [2]). Das ist nicht für den technischen, sondern für den ökonomischen Nutzeffekt Gasmotors von Bedeutung.

---

[1]) Einzelheiten hierüber finden sich bei Lux a. a. O. und Marr a. a. O. Als Anlagekosten für Gasmotoren sind nach Marr in Anschlag zu bringen

Größe	1	2	3	4	5	P.S.
Preis	1400	1800	2200	2600	3000	Mk.

Bedienung und Unterhaltung erfordern auch bei den Gasmotoren ebenso wie bei den Elektromotoren wenig Kosten, solange es sich um kleinere Maschinen handelt. Bei größeren Gasmotoren dagegen nimmt die Wartung im Interesse der Betriebssicherheit schon einen ganzen Mann in Anspruch.

[2]) Lux a. a. O. gibt aus den bezüglichen Verwaltungsberichten der Gaswerke ausführliche Angaben über die Einnahmen aus diesen Nebenerzeugnissen und deren Einfluß auf die Ökonomie der Gasanstalten.

Ferner ist es für Gasmaschinen in neuerer Zeit von Wichtigkeit geworden, daß außer dem Leuchtgas, mit welchem Karmarsch bei seiner oben mitgeteilten Kritik noch ausschließlich zu rechnen scheint, auch noch andere, heizschwache, vielfach als Nebenprodukte gewonnene und zum Teil auch billige Gasarten bei dem Motorenbebetriebe in Betracht kommen. Der Natur der Sache nach handelt es sich hier nicht um die großen Gascentralen, welche gleichzeitig der allgemeinen Beleuchtung dienen und sich Leuchtgas erzeugen müssen, sondern um private Gasanstalten mit mehr oder weniger ausschließlicher Bestimmung der Erzeugung von Betriebskraft. Es kommen da besonders in Betracht die Dowson[1])-, Acetylen- und Wassergasmotoren. Von örtlicher Bedeutung sind die Naturgasmotoren für solche Bezirke, in denen sich, wie in den Ver. Staaten von Nordamerika Naturgas vorfindet. Sie entsprechen in ihrem Wesen durchaus den anderen Gasmotoren, stellen sich aber naturgemäß im Betrieb besonders billig[2]).

In dieser Hinsicht kommen ihnen am nächsten die Dowsongasmotoren, infolge der sehr einfachen und billigen Herstellungsweise ihres Gases[3]). Besonders wichtig erscheint uns aber für die Verwendung des Gases als industrielle Betriebskraft die Benutzung der Hochofen-,

[1]) Vgl. Lueger, Lex. d. ges. Technik, Bd. 3 S. 371. Artikel „Dowsongas", daselbst auch Litteraturnachweise.

[2]) Nach einer kürzlich veranstalteten Erhebung der American Iron and Steel Association hat trotz des Rückgangs der Ergiebigkeit vieler Gasquellen seit dem Jahre 1898 die Verwendung von Naturgas noch zugenommen. Im Juni 1898 wurden 94 Eisen- und Stahlwerke in der Union mit Hilfe von Naturgasbetrieben, und zwei derartige Anlagen waren im Bau begriffen. Im November 1901 dagegen fand Naturgas in 110 bestehenden Betriebsanstalten der Eisen- und Stahlbranche Verwendung und sollte ferner in sieben noch im Bau begriffenen Werken das Betriebsmittel abgeben. Die Zahl der Naturgas gebrauchenden Eisen- und Stahlfabriken war 1901 größer als in allen Vorjahren, da die höchste im Jahre 1889 erreichte Ziffer solcher Betriebe 104 gewesen war. (Nachrichten für Handel und Industrie Nr. 93. 1902.)

[3]) Über das Verhältnis von Leuchtgas und Dowsongas teilt Marr a. a. O. folgendes mit: „Wie wir sehen, entspricht die Wirknng von 1 cbm Leuchtgas ungefähr derjenigen von 0,9 kg Brennstoff zur Dowsongaserzeugung, welche Angabe sich bezieht auf ein Gemisch aus rheinisch-westfälischem Anthracit und Kokes; nimmt man nur teueren englischen Anthracit, so wird die erforderliche Brennstoffmenge etwas geringer, dagegen wird sie größer, sobald nur billigere Kokes zur Verwendung kommen, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß das aus letzteren erhaltene Gas einer größeren Reinigung bedarf und nicht jede Sorte

Kokesofen- und Braunkohlen-Schwelgase in der Eisenindustrie, durch welche vielfach selbst große Dampfanlagen verdrängt worden sind. Zahlreiche Untersuchungen — wie die von Professor Meyer-Göttingen und des Civilingenieurs Lurning-Osnabrück — haben gezeigt, welcher Gewinn bei der Ausnutzung der Hochofengase entsteht, da eben ein Gasmotor, auf Grund des bedeutend besseren thermischen Wirkungsgrades, ungefähr 3 mal mehr Energie des Brennstoffes in nutzbare Arbeit umsetzt, wie selbst eine vorzüglich ausgerüstete Dampfanlage. Es ist deshalb auch nicht zu verwundern, daß fast alle größeren Hüttenwerke Deutschlands dazu übergegangen sind, Stationen mit Hochofengasbetrieb zur Ausführung zu bringen, so daß heute der 1000 pferdige Gasmotor sich schon zu einer Normaltype für derartige Anlagen herausgebildet hat[1]). Die neueste Erfindung auf dem Gebiete der Gasmotoren mit heizschwachen Gasen ist die Ausschaltung des Gasbehälters bei den sogenannten Sauggasanlagen[2]), in welchen der Gasmotor sich

---

zu brauchen ist. Das genannte Brennstoffgemisch kostet je nach Lage des Verbrauchsortes zwischen 20 und 40 Mk. pro 1000 kg, oder 2—4 Pfg. pro kg, so daß mit einem Betrag von 0,9 × 2 bis 0,9 × 4 = 1,8—3,6 Pfg., die Leistung eines Kubikmeters Leuchtgas zu verrichten ist."

[1]) Köttgen, Die elektrische Kraftübertragung in Berg- und Hüttenwerken. Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes. 80. Jahrgang. Berlin 1901, S. 80 ff.

[2]) Man erhält bei der Wassergasfabrikation, welche bekanntlich dadurch gekennzeichnet ist, daß in eine glühende Kohlenstoffschicht Wasserdampf eingeblasen wird, während der sogenannten Warmblasperiode ein Generatorgas, welches neben etwas Wasserstoff bei steigender Temperatur im Generator wachsende Mengen von Kohlenoxyd enthält. Die Firma Julius Pintsch betrieb in ihrem Fürstenwalder Werke eine für mannigfache technologische Zwecke dienende Wassergasanlage, deren Generatorgas früher nur in geringem Maße Verwendung finden konnte. Seit etwa 3 Jahren wird nun auch dieses Generatorgas, das einen mittleren Heizwert von etwa 780 Kalorien für den Kubikmeter besitzt, also noch hinter dem Hochofengase zurücksteht, benützt und zwar für den Betrieb von Gasmotoren. Nach Überwindung mehrfacher Schwierigkeiten ist es gelungen, diese Anlage derart zu verbessern, daß die Firma Versuche in der Richtung anstellen konnte, den Gasmotor sein Gas selbst erzeugen zu lassen, indem er Dampf und Luft durch den Generator und das hierbei sich bildende Generatorgas, dann weiter durch Kühler, Reiniger und Regulator saugte. Diese mit einem zehnpferdigen Gasmotor angestellten Versuche waren so befriedigend, daß für das neu zu erbauende Elektrizitätswerk bei Verviers eine solche Sauggasanlage für den Betrieb von zwei 75 pferdigen Motoren zur Anwendung gelangt ist. Diese Anlage funktioniert seit etwa Jahresfrist zur vollsten Zufriedenheit

sein Gas selbst erzeugt, indem er Dampf und Luft durch den Generator und das hierbei sich bildende Generatorgas, dann weiter durch Kühler, Reiniger und Regulator aufsaugt. Der Brennstoffverbrauch dieser Motoren ist ein sehr geringer. Nach einem Versuch des bayerischen Gewerbemuseums war der Brennstoffbedarf pro P.S. und Stunde bei einem 20 pferdigen Motor 0,446 kg Anthracit, die Kosten des Brennstoffs pro Pferdekraftstunde 1,27 Pfg. Bei Anwendung eines Elektromotors würden diese Kosten 12 Pfg. betragen haben. Man muß bei dieser billigen Betriebskraft allerdings einen ziemlich hohen Grad von Unreinlichkeit mit in Kauf nehmen.

Bei der Zusammenfassung der ökonomischen Würdigung in den Durchschnitts- und Selbstkosten des Gases ist auf die eben erörterte Unterscheidung von Gasanstalten mit ausschließlicher Leuchtgaserzeugung und Privatanstalten mit Verwertung billiger Gase Rücksicht zu nehmen. Für die Gasanstalten der ersteren Art, also insbesondere die städtischen Gaswerke ergeben sich nach den von uns mehrfach benützten Arbeiten von Lux und Marr[1]) nachfolgende Grundlagen für Durchschnittskostenberechnungen.

Für gewöhnliche gewerbliche Zwecke kostet Motorengas pro Kubikmeter in Düsseldorf, Köln, Elberfeld u. s. w. 8 Pfg, in Berlin 10 Pfg., in Hamburg, Leipzig, Hannover 12 Pfg. Der Gaskonsum der kleinen Motoren ist durchschnittlich, dem der größeren und großen Motoren gegenüber, noch ein hoher und kann angenommen werden für mittleres Leuchtgas von gewöhnlicher Spannung und Temperatur bei:

1	2	3	4	5	P.S. zu
1000	950	900	825	780	l pro Stunde.

Bei größeren Gasmotoren kann der Verbrauch an gewöhnlichem Leuchtgas mittlerer Temperatur und Spannung wie folgt gerechnet werden:

bei Motoren von	10	20	30	40	50	60	80	100	P.S.
pro Std. u. P.S.	650	625	600	575	575	550	550	550	l[2]).

und soll sie wirtschaftlich den Anlagen älterer Konstruktion überlegen sein, da Dampfkessel und Gasbehälter in Fortfall kommen.

[1]) Lux und Marr a. a. O. Sämtliche Werte gelten für die thatsächlichen, an der Schwungradwelle abgegebenen Brems-Pferdekräfte à 75 Sek.-kgm, und beim Gasbetriebe für ein mittleres Leuchtgas von ca. 5000 Wärmeeinheiten, 15° C. Temperatur und ca. 20 mm Spannung. Auf diesen Grundlagen finden sich in diesen Schriften eingehende Betriebskostenberechnungen für größere und kleinere Gasmotoren und für 3 verschiedene Gaspreise.

[2]) Marr a. a. O.

Auf diesen Grundlagen sind sodann die Durchschnittskosten zu berechnen. Marr kommt nach Aufstellung verschiedener Tabellen bei einer Vergleichung der Dampfkraft mit dem Gasmotor zu folgender ökonomischer Würdigung: „Bei genauerer Betrachtung vorstehender Tabellen ist klar erkenntlich, daß überall, wo für den event. erzeugten Abdampf keine Verwendung ist, bei niedrigen Gaspreisen und geringer täglicher Arbeitszeit sogar Kondensationsdampfmaschinen schwer mit dem Gasmotor zu konkurrieren haben, wogegen der Dampfbetrieb bei längerer täglicher Verwendung günstiger ausfällt, so daß in allen Fällen, wo es sich um nur stundenweise Benützung selbst großer Kräfte handelt, immer die Erzeugung durch Gasmotoren zu erwägen ist, wobei sich vielfach ergeben wird, daß man damit besser fährt als beim Dampfbetrieb." Die Voraussetzung eines billigen Gaspreises ist aber bei den Centralen und städtischen Gaswerken durch die Rentabilität begrenzt, auf deren Grundlagen wir später in dem Kapitel über die Wirtschaftspolitik der Centralen noch zurückkommen werden. Wir wollen hier nur erwähnen, daß so billige Gaspreise, wie sie für das eben dargestellte günstige ökonomische Ergebnis notwendig sind, nur unter Verzicht auf die Rentabilität oder bei guter Verwertung der Nebenerzeugnisse aus der Gasbereitung möglich sind. Anders steht es natürlich bei der Gaserzeugung privater Betriebe, bei welchen das Gas als Nebenprodukt oder sonst wesentlich billiger hergestellt wird als das Leuchtgas.

Der Nachteil der mangelhaften Wärmeausnützung, welche infolge der Kohlenfeuerung bei der Betriebskraft des Dampfes und des Gases hervortritt, wird zum großen Teil vermieden bei den Motoren, denen wir uns jetzt zuwenden und welche wir die freien Kleinmotoren in engerem Sinne nennen möchten. Es sind dies die Benzin-, Petroleum- und Spiritusmotoren. Eventuell kann man hierher auch noch die kleinen Dampfmaschinen und die von einer Gascentrale unabhängigen freien Gasmotoren, besonders Sauggasmotoren rechnen, während die Heißluftmaschinen geringere Bedeutung haben. Diese Motoren bilden eine Gruppe gegenüber den von Centralen oder größeren Kesselanlagen abhängigen Betriebskräften.

Bezüglich des Brennwertes der für diese Motoren in Betracht kommenden Brennmaterialien verweisen wir auf die Tabelle S. 46 und auf die Tabelle am Schlusse des Buches.

Die Entwickelung leistungsfähiger Maschinen, welche durch Vergasung dieser Brennstoffe Betriebskräfte entfalten können, gehört erst

der neuesten Zeit an. Daß wir den Petroleummotor zu den auf mittelbare Naturkraft beruhenden Betriebskräften rechnen, bedarf wohl keiner Begründung, obwohl über die Entstehung des Petroleums noch Kontroversen bestehen [1]). Auf jeden Fall handelt es sich auch hier um eine mittels chemischer Vorgänge ausgelöste Naturkraft. Der gewöhnliche Petroleummotor hat sich nur in der besonderen Art des Benzinmotors größere Verbreitung verschaffen können [2]). Aber dieser Motor hat so zahlreiche Mängel, insbesondere wegen seiner Explosionsgefährlichkeit und seiner üblen Gerüche, daß ein allgemeiner Wettbewerb dieses Motors gegen den Gasmotor nicht in Frage kam. „Bis zum heutigen Tag", heißt es in einer Denkschrift der Nürnberger Handelskammer, betreffend die Zollbefreiung des Motorpetroleums, „ist das Petroleum als industrieller Brennstoff zur Erzeugung motorischer Kraft noch nicht ernstlich in Betracht gekommen. Es rührt dies daher, daß es bisher noch keinen Motor gab, welcher diesen Brennstoff rationell verwertete; alle bisherigen Petroleummotoren waren ungemein unökonomisch und betriebsunsicher und hatten außerdem so unangenehme Eigenschaften, daß sie sogar vielfach verboten werden mußten. Sie fanden deshalb eine relativ nur sehr geringe Verbreitung. Um die genannten Schwierigkeiten wenigstens teilweise zu verringern, verwendete man Benzin und leichte Mineralöle als Brennstoff für Motoren. Die hieraus entstandenen sogenannten Bezinmotoren haben etwas mehr Verbreitung gefunden, und es kann ihnen heute eine gewisse Bedeutung für das Kleingewerbe nicht abgesprochen werden. Aus letzterem Grunde wurde denselben auch Zollfreiheit für ihren Brennstoff gewährt. Immerhin ist eine große Verbreitung auch dieser Motoren ausgeschlossen, teils weil sie die Kraft, trotz der Zollerleichterung, sehr teuer erzeugen, teils weil dieselben immer noch viele technische Nachteile haben, besonders aber, weil der verwendete Brennstoff ungemein gefährlich in der Handhabung ist, was seine Verwendung in den meisten Betrieben, besonders auch in der Landwirtschaft fast gänzlich ausschließt." In Ländern mit reichen Vorräten und billigen Preisen von Petroleum

[1]) Vgl. Wagner-Fischer, Handbuch der chemischen Technologie, 1893 S. 126 ff. und Ost, Technische Chemie, 1893 S. 296 ff. bez. der Entstehung des Petroleums aus früheren tierischen Organismen. Dagen steht die Theorie von Berthelot und Mendeljeff über die Entstehung von Petroleum aus der Verbindung von Carbid und Wasser.

[2]) G. Lieckfeld, Die Petroleum- und Benzinmotoren, München 1902. Schöttler, Die Gasmaschine, Braunschweig 1890.

wie Rußland, Amerika und Rumänien, wird das Petroleum vielfach und in Rußland sogar in sehr hohem Maße einfach an Stelle der Kohle zur Heizung und damit auch zur Dampferzeugung benutzt. Diese nicht mehr neue Heizungsmethode, für welche natürlich auch gewisse Apparate nötig sind, kann man aber nicht mit dem Begriff „Petroleummotor" in Verbindung bringen, sondern es handelt sich einfach um eine Dampfmaschine, während das Wesen des Petroleummotors in der Vergasung des Mineralöles und in der Betriebskraft der gespannten Verbrennungsgase besteht.

In dieser Richtung hat nun eine neuere Erfindung des Ingenieurs Rudolf Diesel den Petroleummotor auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit gebracht. Durch praktische Verwendung der neueren Auffassung über die mechanische Wärmetheorie kam Diesel zu einer Konstruktion, welche auf dem Prinzip der unmittelbaren Gewinnung mechanischer Energie aus einem beliebigen Erdöl beruht. Sämtliche physikalischen Vorgänge zur Erzeugung der Energie aus dem Brennstoff erfolgen innerhalb des Arbeitscylinders unter Wegfall von jeder äußeren Heizung, Zündapparaten, Glühorganen, Heizlampen, Vergasern und dergl. und der mit solchen Erfordernissen zusammenhängenden Nachteile und Gefahren. Die Entzündung des durch Druckluft eingeführten Brennstoffes erfolgt von selbst an der durch die Kompression im Arbeitscylinder erhitzten Luft; die Verbrennung findet sodann allmählich, nicht explosionsartig und ohne plötzliche Drucksteigerung statt; der Motor arbeitet ruhig und stoßfrei. Die Regulierung erfolgt nicht durch Aussetzer, sondern ähnlich wie bei der Dampfmaschine durch Veränderung der Admission, indem durch einen Regulator die für jeden Arbeitshub erforderliche Brennstoffmenge dem jeweiligen Kraftbedarf angepaßt wird. Der Gang des Motors ist deshalb auch bei schwankender Belastung sehr gleichmäßig [1]). Der Motor arbeitet ferner äußerst sauber und ohne Rauch- und Geruchbelästigung. Sein Hauptvorteil ist seine große Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu anderen mit

[1]) Zahlreiche Schriften und Aufsätze in Fachzeitschriften behandeln das Wesen und die Vorzüge des Dieselmotors. Wir erwähnen hier die Abhandlung von Schröder, Diesels rationeller Wärmemotor (Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin 1897), und die die Vorteile des neuen Motors zusammenfassenden Petitionen der Maschinenfabrik Augsburg und der Kruppschen Maschinenbauanstalt um Befreiung des Mineralöls für Motorenbetrieb vom Einfuhrzoll. Im gleichen Betreffe hat auch die Nürnberger Handelskammer im März 1898 und im Dezember 1900 Petitionen an den Bundesrat

flüssigen Brennstoffen gespeisten Motoren. Da die Mineralöle eine hervorragende Wärmedichte haben (vgl. die Tabellen) und darin allen anderen Brennstoffen überlegen sind, so erfordert die Aufstapelung des Brennstoffvorrates sehr wenig Raum und der Petroleummotor wird thatsächlich zum Typus eines freien Motors. Ein Dieselmotor muß nur circa den vierten Teil des Gewichtes an Brennstoff mit sich führen, wie eine mit Kohle gefeuerte Maschine. Der flüssige Zustand des Brennmaterials ermöglicht gegebenenfalls auch die Zuleitung desselben in Röhren. Der Wärmeverbrauch erreicht nur den siebenten Teil einer gleich großen Dampfmaschine. Auch bei abnehmender Maschinengröße und abnehmender Belastung bleibt der Dieselmotor ökonomischer und vorteilhafter als die Dampfmaschine und dabei wird die Explosionsgefahr beim Dieselmotor als nicht vorhanden bezeichnet. Nach der Darstellung der Dieselmotorenfabriken ist die Ausnützung der im Brennstoff (Kohle und Mineralöl) enthaltenen Wärme folgende:

Vorzüglichste Dampfmaschine	12—13 %
Kraftgasmotor	18—20 „
Gewöhnlicher Benzinmotor	12—16 „
Dieselmotor	rund 30 „ [1]).

Von besonderer Bedeutung in ökonomischer Beziehung ist es auch, daß der Dieselmotor nicht nur reines Lampenpetroleum, sondern insbesonders auch schwere und unreine Sorten verwenden kann, welche in Lampen überhaupt nicht mehr verwendbar sind; er ist dabei vollkommen betriebssicher, die von ihm ausgestoßenen Gase sind dem Auge nicht sichtbar und von dem Geruchsinn kaum wahrzunehmen. Bei solchen Vorzügen der neuen Kraftmaschine darf es nicht wunder nehmen, daß sich die angesehensten Maschinenfabriken innerhalb und außerhalb Deutschlands mit dem Bau und der Verbesserung dieser Maschinen eifrig beschäftigen. Die Maschinenfabrik in Augsburg hat bereits 350 Dieselmotoren mit 12 000 P.S. geliefert. Zahlreiche Gesellschaften wurden zur Verwertung der auf den Dieselmotor bezüglichen Patente in

---

gerichtet und zahlreiche Anschlußerklärungen anderer Handelskammern dazu erreicht. Wir werden auf diese Denkschriften später bei der Erörterung dieser Zollfrage noch zu sprechen kommen.

[1]) Nach den neuesten Mitteilungen für das Geschäftsjahr 1901 soll sogar ein Nutzeffekt von 35 % bei einem Rohölverbrauch von 185 g beim 70pferdigen, von 230 g beim 80pferdigen Motor pro effektive Pferdekraft und Stunde erreicht worden sein.

verschiedenen Ländern gegründet und bei der letzten Pariser Weltausstellung hat der neue Motor die Auszeichnung des Grand-Prix erhalten.

Wenn trotzdem gerade in wirtschaftlichen Kreisen Deutschlands noch kein durchschlagender Erfolg mit diesem Motor zu verzeichnen ist, so liegt dies an dem hohen deutschen Petroleumpreis und insbesondere an der gleichmäßig hohen Verzollung des rohen und des raffinierten Petroleums, wie wir später noch näher darlegen werden. Da der praktische Erfolg hauptsächlich aus diesem Grunde der theoretisch sehr gepriesenen neuen Erfindung, welche auch durch die Gründung zahlreicher Patentverwertungsgesellschaften reichlich eskomptiert wurde, nur langsam nachfolgte, so hat sich auf dem deutschen Markte auch ein gewisses Vorurteil gegen den Dieselmotor festgesetzt. Bei objektiver Würdigung der technischen und ökonomischen Vorzüge des neuen Motors wird man aber von diesem Vorurteil abkommen müssen. Man hat auch die etwas hohen Anschaffungskosten des Dieselmotors gegen seinen allgemeinen Verwendungswert geltend gemacht. Allein die Maschinenfabriken haben in dieser Beziehung Fortschritte gemacht und während früher der kleinste Dieselmotor über 9000 Mk. kostete, werden jetzt auch Dieselmotoren von 6 P.S. zu ca. 4000 Mk. geliefert; der Preis für einen Gasmotor und Benzinmotor gleicher Stärke beträgt 3200 Mk. — außerdem sind 4 P.S. Dieselmotoren in Aussicht genommen zu circa 3000 Mk., (Gasmotor 2600 Mk., Benzinmotor 2800 Mk.). Der Preis für die Maschinen, namentlich für gewisse Spezialmaschinen würde natürlich noch wesentlich günstiger werden, wenn sich die Fabriken im Falle allgemeinerer Verwendung auf Massenfabrikation verlegen könnten. Gegenüber dem weiteren Einwand, daß die Bedienung des Dieselmotors zahlreiche Spezialkenntnisse des Maschinenwesens voraussetze, heißt es in der Denkschrift der Augsburger Maschinenfabrik: „Die Bedienung erfordert absolut keine weiteren Fachkenntnisse und ist mindestens ebenso einfach und bequem als bei Gasmotoren; ständige Beaufsichtigung des Motors ist nicht notwendig, weil die Schmierung selbstthätig durch die Schmierapparate erfolgt; das lästige Reinigen von Kolben und Auspuffventil ist nicht erforderlich, weil Verschmutzen wegen der vollkommenen Verbrennung ausgeschlossen ist."

So bleibt in ökonomischer Beziehung auch bei der Betriebskraft des Petroleummotors derselbe wunde Punkt, den wir bei allen bisher schon behandelten, die Naturkraft mittelbar erzeugenden Betriebskräften

feststellen mußten, nämlich die Verteuerung des Betriebes durch das Brennmaterial. Trotzdem das letztere bei dem Dieselmotor in sehr ökonomischer Weise ausgenützt wird, ist der verhältnismäßig hohe Preis des Petroleums der Hauptgrund gegen eine allgemeinere Verwendung des neuen Petroleummotors, namentlich auch im Gewerbe und in der Landwirtschaft. Das Ideal, eine Pferdekraft zu einem Pfennig pro Stunde zu liefern, erfüllte auch dieser Motor wenigstens bei uns in Deutschland infolge des hohen Petroleumpreises nicht. „Das wichtigste ist," heißt es in der citierten Petition, „daß der Dieselmotor infolge seines eigenartigen Prozesses so ökonomisch arbeitet ($^1/_4$ bis nahezu $^1/_5$ kg Petroleum pro Bremspferd und Stunde), daß bei dem heutigen Petroleumpreise von Mk. 8 bis Mk. 12 pro 100 kg (ohne Zoll!) die effektive Pferdestärke zu 2 Pfg. bis höchstens 2,5 Pfg. erzeugt werden könnte, ein Preis, welcher noch bedeutend sinken wird, wenn infolge der in dieser Petition beantragten Änderung des Zollgesetzes billige, unraffinierte oder wenig raffinierte Sorten zur Verwendung kommen. Augenblicklich jedoch werden die Kosten der Pferdestärke durch den Zoll von 7,50 Mk. pro 100 kg (netto) ungefähr verdoppelt. Nach dem Zolltarif ist der Zoll 6 Mk. pro 100 kg, infolge der Berechnungsart der Gefäßgewichte ist jedoch die Nettoauslage für Zoll 7,50 Mk."[1]). Wir glauben, daß eine Betriebskraft, welche, abgesehen von sonstigen technisch-ökonomischen Vorzügen, ihre ziffernmäßige ökonomische Überlegenheit darin zu äußern vermag, daß sie bei geeigneten Zollmaßregeln die Pferdekraftstunde zu 2 Pfg. und bei der dann zu erwartenden reichlichen Zufuhr von geeignetem geringwertigen Brennmaterial noch erheblich billiger zu liefern vermag, sorgfältigste Beachtung seitens unserer auf die Hebung der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft bedachten Staatsverwaltungen verdient.

Das zuletzt Gesagte gilt in noch erhöhtem Maße von einem an-

---

[1]) Da es sich hier nicht um einen unabänderlichen technisch-ökonomischen Mangel handelt, sollte man über den Petroleummotor nicht einfach hinweggehen, wie es z. B. Albrecht in seiner Studie über die wirtschaftliche Bedeutung der kleinen Kraftmaschinen in Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung und Volkswirtschaft mit den folgenden Worten thut: „Sehen wir von Versuchen, wie die von Amerika eingeführten Petroleummotoren ab, die in Europa schon des hohen Petroleumpreises wegen keine Bedeutung erlangt haben ꝛc. ꝛc."

deren freien Motor, von dem Spiritusmotor. Wie die Kohle, so entsteht auch der Spiritus durch chemische Zersetzung von Pflanzen. Auch der Spiritusmotor gehört zu unserer Gruppe der Betriebskräfte mit mittelbarer, mittels chemischer Vorgänge ausgelöster Naturkraft, weil der Spiritus durch Verbrennung zur Wirkung gelangt. Unter der Voraussetzung, daß der Spiritusmotor eine ebenso rationelle Betriebskraft darstellen würde, wie der Dieselsche Petroleummotor, käme da noch der geradezu unschätzbare Vorteil hinzu, daß wir das Brennmaterial für diese Betriebskraft im Lande selbst erzeugen könnten, damit unabhängig von allen Machenschaften der ausländischen Petroleum-Syndikate würden und zudem noch unserer einheimischen Landwirtschaft große Vorteile zuwenden könnten. „Ein guter Spiritusmotor", schreibt die Zeitschrift für Spiritus-Industrie[1]), „gebraucht für Pferdekraft und Stunde 0,4 l Spiritus. Eine 10pferdige Lokomobile braucht für die Arbeitsstunde 4 l und für den Arbeitstag von 10 Stunden 40 l Spiritus. 1 ha Kartoffelland liefert den Spiritus für 75 Arbeitstage einer 10pferdigen Spiritus-Lokomobile." Schwieriger als die Frage der einheimischen Spirituslieferung für eine allgemeinere Verwendung des Spiritus zu Leucht- und Kraftzwecken, welche man gegenwärtig oft in ihrer ganzen schönen Perspektive dargestellt finden kann, ist die Frage der Anwendbarkeit des Spiritus für eben diese technischen Zwecke[2]). Wie in der citierten Fachschrift für Spiritus-Industrie fortlaufend berichtet wird, macht die Verwendung des Spiritus zu maschinellen Zwecken thatsächlich keine schlechten Fortschritte. Den stationären Spiritusmotoren folgten die Lokomobilen; bald traten dann die Lokomotiven in die Erscheinung. Weiter wird der Anwendung von Spiritus für den Automobilbetrieb von verschiedenen Seiten reges Interesse zugewandt, namentlich ist auch die Heeresverwaltung mit Versuchen auf

---

[1]) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1901, Nr. 9. Zur Zeit findet im Maschinenpalast des Marsfeldes in Paris auch eine Alkoholausstellung statt, welche das täglich steigende Interesse an der Verwendung des Spiritus zu motorischen Zwecken erkennen läßt.

[2]) Eingehende Mitteilungen über die verschiedenen Konstruktionen, Versuche mit stabilen und beweglichen Spiritusmotoren, Betriebskosten, ökonomische Vorteile und Nachteile derselben finden sich bei Perissé, Les moteurs à l'alcool. Vgl. auch Asmussen, Die Verwendung des Spiritus zur Krafterzeugung in der Zeitschrift, Der Alkoholismus, Vierteljahrsschrift zur wissenschaftlichen Erörterung der Alkoholfrage; Jahrgang II, 1 (Dresden 1901).

diesem Gebiete beschäftigt. Neuerdings ist nun der Spiritus als Krafterzeuger auch auf dem Gebiete der Bodenbearbeitung mit dem Dampfe in Wettbewerb getreten. Dem Dampfpfluge ist der Spirituspflug gegenübergetreten. Die Motorenfabrik in Oberursel hat auf dem Gelände ihrer Fabrik interessante Versuche angestellt, bei denen zum Betriebe des Pfluges auf der einen Seite eine Dampflokomobile, auf der anderen eine Spirituslokomobile in Thätigkeit war. „Das Ergebnis der Vorversuche", schreibt die erwähnte Fachzeitschrift, „läßt mit Sicherheit erwarten, daß die Frage des Spirituspfluges in kurzem gelöst sein und daß der aus Kartoffeln hergestellte Spiritus im Acker die Furche ziehen wird." In anderen technischen Kreisen scheint man weniger optimistisch zu denken, als die Zeitschrift für Spiritusindustrie, ja vielfach sogar recht pessimistisch, wie sich dies in den nachfolgenden Sätzen aus der mehrfach erwähnten Petition der Maschinenfabriken um Zollbefreiung des Motorpetroleums ergibt. Da heißt es: „Was schließlich noch den gerade in der jüngsten Zeit so häufig als Treibmittel für Kleinmotoren angepriesenen Spiritus anbetrifft, so liegen hier — und zwar in erhöhtem Maße — dieselben Ausschließungsgründe vor, wie bei den Benzinen. Allein schon die Kostspieligkeit der Wärme- bezw. Krafterzeugung aus Spiritus läßt es als unbegreiflich erscheinen, daß dessen vorgebliche Bedeutsamkeit für motorische Zwecke ernsthaft genommen werden kann. Spiritus steht nämlich in Bezug auf den Wärmepreis weitaus höher, als alle anderen Brennstoffe; es kosten 1000 Wärme-Einheiten [1]), wenn aus steuerfreiem Spiritus gewonnen, reichlich fünfmal so viel, als bei Verwendung unverzollten Treiböles, und immer noch 51 % bis 81 %, im Mittel 66 % mehr, als bei Verwendung des gegenwärtig sehr teueren Benzins."

So zieht sich also durch unsere ganze Darstellung der Betriebskräfte mit mittelbarer Naturkraft von der ersten bis zur letzten hier erörterten Kraftmaschine der gleiche ökonomische Mangel hindurch, der Mangel an Billigkeit infolge der beträchtlichen Kosten für das Rohmaterial, das zur Erzeugung der Kraft notwendig ist, sei es, daß es sich um Verbrennung oder Vergasung handelt, um Kohle, Koks, Petroleum oder Spiritus.

[1]) Vgl. auch unsere Tabellen über die Wärmeeinheiten der Brennstoffe.

4. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte mit kombinierter Naturkraft.

Die Signatur der Betriebskräfte mit unmittelbarer Naturkraft war das Irrationelle, für menschliche Zwecke nicht unmittelbar Brauchbare, das Ungleichmäßige und Wandelbare, wodurch die großen Vorteile einer Einfachheit und Billigkeit, wie sie eben nur ein Naturgeschenk zu bieten vermag, ganz wesentlich abgeschwächt wurden. Hier handelte es sich um die natürliche Sonnenwärme, direkt oder in ihren verschiedenen Wirkungen auf Luft und Wasser. Wir teilten die Betriebskräfte ferner ein in solche mit mittelbarer Naturkraft, wobei durch menschliche Erfindung und Arbeit erst die latente Naturkraft der Wärme frei gemacht, die aufgespeicherte Sonnenenergie durch einen Verbrennungs- oder Vergasungsprozeß ausgelöst werden muß. Wenn die von uns gewählte Systematik richtig ist, so leitet uns ihre Logik von selbst zu einer dritten Gruppe von Betriebskräften, in welchen wir die technisch-ökonomische Vollkommenheit suchen müssen, nämlich zu Betriebskräften mit kombinierter Naturkraft, d. h. solchen, bei welchen die in der Natur unmittelbar wirkende Wärmeenergie der Sonne die einfache und billige Grundlage der Betriebskraft bildet, während eine damit in Verbindung gesetzte, durch den menschlichen Erfindungsgeist erweckte und rationell geregelte mittelbare Naturkraft die Gewähr bietet für gleichmäßige und präcise Arbeitsleistung der benützten physikalischen Naturkraft. Gerade die Elektrotechnik scheint berufen, diese vermittelnde Rolle zu übernehmen und die ursprünglichen Naturkräfte durch Umwandlung in elektrische Kraft gewissermaßen für den Menschendienst zu zähmen und als Betriebskräfte brauchbar zu machen. Wir haben schon im 2. Kapitel der Verbindung des Sonnenmotors und der Windmühle mit elektrischen Akkumulatoren gedacht, wodurch die Unregelmäßigkeit dieser natürlichen Wärmequellen ausgeglichen werden könnte. Vielfach hat man auch an Ausnützung der Ebbe und Flut bezw. der Wellenbewegung überhaupt mittels elektrischer Übertragung gedacht und auf eine Zukunft hingewiesen, „wo die täglich zweimal unsere Küsten berührende Flutwelle nicht verlaufen wird, ohne einen Teil der in ihrer Bewegung vorhandenen Arbeitsmenge den Menschen zur Ver-

wertung überlassen zu haben“[1]). Auch die in der Luft und der Erde vorhandene natürliche Elektrizität elektrotechnisch dienstbar zu machen, ist ein hierher gehöriges Problem. Praktisch hat die Verbindung unmittelbarer Naturkraft mit der Elektrizität bisher nur auf einem Gebiete, hier aber gleich hervorragende Bedeutung erlangt, nämlich in der Verwertung der natürlichen Wasserkraft zur Erzeugung der Elektrizität bezw. in der elektrischen Übertragung dieser Kraft. Wir haben im vorigen Kapitel bei der Betrachtung der Elektrizitätswerke vom ökonomischen Standpunkte stets nur die Verbindung der Dampfkraft mit Elektrizität im Auge gehabt und sind dabei zu ökonomisch nicht sehr günstigen Resultaten gekommen. Es liegt nahe, daß sich die Ergebnisse ökonomisch ganz wesentlich günstiger gestalten, wenn mit dem nahezu kostenlosen Betriebe einer Wasserkraft statt mit der Dampfmaschine und ihrer kostspieligen Kohlenfeuerung zu rechnen ist.

Diese allgemein verständliche Erwägung hat denn auch dazu geführt, daß in den weitesten Kreisen die größten Hoffnungen auf die Wasserkraftausnützung mittels elektrischer Übertragung gesetzt werden[2]), insbesondere seit der elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt, bei welcher die Kraft des Wasserfalles zu Lauffen am Neckar auf elektrischem Wege 170 km weit fortgeleitet und in Frankfurt ausgenützt wurde. Der 25. August 1891, an welchem

---

[1]) Bubendey a. a. O.

[2]) Nicht die schlechteste Einkleidung dieser Zukunftsidee ist die dichterische, namentlich, wenn sie sich in so hübschen Versen kundgibt, wie dies bei folgendem Gedicht des Charlottenburger Elektrotechnikers Professor Slaby der Fall ist:

„Im felsigen Thal mit melodischem Schall
Rauschte hernieder ein Wasserfall,
Doch seine Gewalt, Gezähmt alsbald
Trieb singend Turbinen Und schnelle Maschinen.
Dann eilt er über Länder weit
Im elektrischen Flügelkleid
Und leitet Kraft ohn' Ende
In fleißige Hände.
Ein sanfter Druck,
Ein leiser Ruck —
Und tausend Maschinen
Summen und dienen.
Hab acht, es währt nur kurze Zeit,
Dann wird der Traum zur Wirklichkeit.“

Tage das glänzende technische Gelingen dieses Versuches sich kundgab, wurde als der Ausgangspunkt einer neuen Ära in unserer industriellen Entwickelung hingestellt und in keinem Vortrage oder Zeitungsartikel über Wasserstraßen oder industriellen Fortschritt fehlen seitdem einige schwungvolle Sätze über die Millionen von Pferdekräften, welche wir unbenützt lassen und welche uns bei Umwandlung in elektrische Kraft eine glänzende wirtschaftliche Zukunft gewährleisten würden. Über diese allgemeinen Redensarten ist man aber bisher bei uns noch nicht hinausgekommen und erst in den letzten zwei Jahren sind auch in Deutschland einige Staatsverwaltungen der wichtigen Aufgabe näher getreten, die Verwertung der Wasserkräfte in der Gegenwart und in der Zukunft in ihr wirtschaftliches Programm aufzunehmen[1]). Es dürfte deshalb auch für die deutsche Nationalökonomie an der Zeit sein, sich kritisch mit der ökonomischen Seite dieser Frage zu beschäftigen. Indem wir uns, ohne eigentliche wissenschaftliche Vorarbeiten benützen zu können, an den Versuch wagen, die Verwendung der hydro-elektrischen Kraft ökonomisch zu würdigen, glauben wir vor allem auf die technischen Grundlagen zurückgehen und diesen entsprechend mehrere typische Fälle der hydroelektrischen Betriebskraft unterscheiden zu sollen.

Wir unterscheiden zunächst drei Arten Verwertung der Wasserkraft, nämlich:

1. Die Ausnützung des mäßigen Gefälles unserer Flüsse durch Wehrbauten, besonders also bei Kanalisierungen.

2. Die Ausnützung der starken Gefälles der Gebirgsgewässer, das seinen Höhepunkt in den sogenannten Wasserfällen erreicht.

3. Die Ausnützung der in den sogenannten Stauweihern künstlich oder in entsprechend gelegenen Seen natürlich konzentrierten Wassermengen bezw. Gefälle.

Bezüglich der Verwertung der Wasserkräfte an den Stauanlagen der Flüsse im allgemeinen schreibt ein angesehener Flußbautechniker[2]): „Die bisherigen Erfahrungen sind hiernach wenig günstig. Man sieht, daß die Wasserkräfte zwar noch in ausgedehntem Maße dort gebraucht werden, wo ältere Stau- und Mühlanlagen vor-

[1]) Die bayerische Regierung hat in den letzten Monaten eine Enquête hierüber angeordnet.

[2]) Geheimer Baurat Röder, Ausnützung der Wehrgefälle zu Kraftzwecken. Referat bei dem internationalen Binnenschiffahrtskongreß 1898.

handen sind. Dagegen ist es noch in keinem Falle gelungen, neue Betriebe an einem Nadelwehr zu schaffen. Bei der außerordentlichen Verschiedenheit der Verhältnisse an den einzelnen Flüssen, ja auch an den einzelnen Staustufen desselben Flusses wird man durch eine allgemeine Betrachtung zu einem Urteil über diese Frage nicht gelangen können. Man muß vielmehr jede Wasserkraft für sich untersuchen. Über Ausnutzung der Kräfte an den angeführten bestehenden Staustufen sind bisher nur vereinzelte Untersuchungen von Privatpersonen angestellt worden. Hinderlich sind nicht allein die Rücksichten auf den Gebrauch des Wassers für öffentliche Zwecke, sondern vielfach auch die örtlichen Verhältnisse, die Schwankungen der Stärke u. s. w.[1])."

Durch Einbau von Wehren wird das natürliche Gefälle des Wassers verändert. In dem angestauten Laufe bewegt sich das Wasser durch bedeutend vergrößerte Querschnitte mit sehr vermindertem Gefälle. An den Wehrstellen entsteht dadurch ein erheblicher Unterschied der Höhenlage der Wasserspiegel in der oberen und in der unteren Haltung und indem hier Wasserräder oder Turbinen in die Abflußrinnen eingeschaltet werden, gelangt die ganze Arbeitsmenge: Wassermenge mal Wehrgefälle zur Ausnutzung[2]).

Die Schwierigkeiten dieses technisch so einfachen Problems beginnen aber sofort, wenn die gleichzeitige Ausnützung der Flußkanalisierung zu Zwecken der Schiffahrt und der industriellen Be-

---

[1]) Röder legt auch besonderen Wert darauf, daß die Verwertung der Wasserkraft als technische Betriebskraft von vornherein bei der Kanalisierung eines Flusses mit ins Auge gefaßt wird, wenn man überhaupt diese Verwertung beabsichtigt. Röder schreibt: „Die bisherigen Erfahrungen erweisen, daß nach Fertigstellung einer Kanalisierung die Verwertung der Wasserkräfte nicht gelingt, besonders weil die nachträgliche Herstellung der hierzu nötigen baulichen Anlagen zu teuer wird. Es scheint also zweckmäßig, daß dort, wo die Verwertung einer Wasserkraft von vornherein Vorteil verspricht, die hierzu nötigen baulichen Anlagen sogleich auf Staatskosten ausgeführt werden. Dieses Vorgehen wird sich allerdings auf diejenigen Fälle beschränken müssen, in welchen die vorteilhafte Verpachtung der Wasserkraft gesichert werden kann oder doch nach Lage der Verhältnisse bestimmt zu erwarten ist. Es darf nicht verkannt werden, daß die Ausnutzung der Wasserkräfte durch Private stets schwierig sein wird, weil hierzu, auch wegen der nötigen Dampfreserven, immer ein hohes Anlagekapital erforderlich ist."

[2]) Bubendey a. a. O.

triebskraft erfolgen soll. In der Schätzung dieser Schwierigkeiten gehen die Anschauungen der hervorragendsten deutschen Wasserbautechniker etwas auseinander. Einig sind diese darin, daß als Ziel die gleichzeitige Verwertung der zu Schiffahrtszwecken unternommenen Kanalisierungen auch für die Gewinnung von Wasserkräften erstrebt werden soll. So schreibt Professor Holz in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt[1]: „Wird nun in einem von Schiffahrt, wenn auch nur unbedeutend belebten Wasserlauf, welcher der Kanalisierung im Interesse des Schiffverkehrs nicht bedarf, zu Wasserkraftzwecken eine Staustufe hergestellt, so wird dieselbe im allgemeinen als eine Unbequemlichkeit für die Schiffahrt empfunden werden. Schiffe und Kähne sind gezwungen, die mit der Staustufe zu verbindende Schleuse zu benutzen, wenn man nicht durch Ausführung einer langen Grabenleitung den Aufstau im Flusse vermeidet. In einem solchen Falle kann also von einer gemeinsamen Verwertung der Staustufe nicht die Rede sein, und erkennt man leicht, daß es sich für den vorliegenden Gegenstand wesentlich um Fälle der entgegengesetzten Art handeln wird, in denen das von Hause aus durch die Schiffahrtskanalisierung ins Leben gerufene Stauwerk in zweiter Linie auch für die Wasserkraftgewinnung mitbenutzt wird. Es darf hierbei nicht übersehen werden, daß nach Maßgabe der natürlichen Gefällsverhältnisse die Schaffung von Wasserkraft ganz allgemein im Bereich der obersten Flußstrecke am billigsten wird erreicht werden können, wo für gewöhnlich die Schiffahrt fehlt. Weiter unterhalb dagegen wird die Kraftgewinnung relativ teuerer; sie ist hier aus sich heraus und in sich selbst häufig nicht mehr nutzbringend und ergreift dann gern die Hand, welche ihr die Flußkanalisierung in Gestalt der gemeinsamen Gefällekonzentrierung anbietet. In dieser gemeinsamen Verwertung der Staustufen prägt sich ein offenbar sehr wichtiges wasserwirtschaftliches Prinzip aus, und dürfte es durchaus geboten sein, bei allen Projekten von Schiffahrtskanälen die Frage der motorischen Kraftausnutzung in eingehende Erwägung zu ziehen."

Bubendey betont in einer Polemik gegen Prüsmann[2] die

---

[1]) Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1898.

[2]) Prüsmann, Der Entwurf für den Rhein-Weser-Elbekanal. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, III. Jahrg. S. 100. Ausnutzung der Wasserkräfte an den Wehren einer größeren Flußkanalisierung. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, V. Jahrg., Berlin 1898. Die soeben Juni 1902 in dieser Zeitschritt beginnende

Schwierigkeiten besonders eingehend und nimmt dabei auch Bezug auf die mit den Wassermühlen bisher gemachten Erfahrungen. Wir heben aus Bubendeys beachtenswerten Darlegungen folgende Ausführungen hervor: „Die Verbindung beider Zwecke, Wasserkräfte zu schaffen und die Schiffahrt zu fördern, ist aber nicht immer für beide Teile segensreich gewesen. Oft genügte die Wassertiefe in den Haltungen trotz des Staues nicht für die Thalfahrt der tiefbeladenen Schiffe und die Müller wurden gezwungen, den einzelnen Fahrzeugen durch Öffnen der Freigerinne Nachschußwasser mit auf den Weg zu geben. In anderen Fällen stellte es sich als der Schiffahrt sehr nachteilig heraus, daß die Wasserbenutzung durch die von den Müllern und den sonstigen Gewerbetreibenden erworbenen Rechte allzusehr begrenzt war. Alle Bemühungen zur Verbesserung der Schiffbarkeit des Wasserlaufes scheiterten, wenn sie mit einem Mehrverbrauch von Wasser verbunden waren, an dem Widerstande der Stauberechtigten. Bei den im letzten halben Jahrhundert zur Hebung der Schiffbarkeit unserer Ströme ausgeführten Kanalisierungen hat man diese Warnung sehr ernst, wohl zu ernst genommen und deshalb vollständig von irgend welchen in Betracht kommenden Anlagen zur Ausnutzung der Wasserkraft abgesehen. Neben den in Frankreich und Belgien, namentlich an der Maas, zahlreich zur Ausführung gelangten Flußkanalisierungen nenne ich vor allem die am Main unterhalb Frankfurt, an der oberen Oder und an der Fulda durchgeführten Werke. Diese Kanalisierungen haben alle das Gemeinsame, daß sie nicht, wie die früheren Bauten ähnlicher Art zum Besten der gewerklichen Wasserausnützung, sondern im Interesse der Schiffahrt ausgeführt sind. Nachdem sich herausgestellt hatte, daß die betreffenden Flüsse in trockener Jahreszeit nur so geringe Wassermengen führten, daß die für den ersprießlichen Betrieb der Schiffahrt erforderliche Vertiefung des Fahrwassers auf dem Wege der Flußregulierung nicht erreicht werden konnte, legte man im alleinigen Interesse der Schiffahrt Wehre zum Aufstau des Wassers an und zerlegte so den bis dahin freien Strom in einzelne durch Schleusen verbundene Haltungen. Die Schiffahrt verlangt aber nur

---

neue Artikelserie Prüsmanns über dieses Thema scheint die früheren Ausführungen durch Berechnungen über Wasserkraftanlagen im Main, in der Oder und Mosel ergänzen zu sollen.

zur Zeit der kleineren Wasserstände den Aufstau, weil bei den das Jahresmittel übersteigenden Wasserständen die verlangte Schiffahrtstiefe meist schon vor der Ausführung der Stauanlagen vorhanden war. Ohne diese Beschränkung wären auch die neueren Flußkanalisierungen zumeist gar nicht ausführbar gewesen, denn im Landeskulturinteresse müssen die größeren Wasserläufe in der Regel zur Zeit der hohen Wasserstände dem Wasser vollkommen unbehinderten Abfluß gestatten. Derartige Fälle fordern uns zur Vorsicht auf und warnen uns davor, die Interessen der Schiffahrt allzueng mit denen der gewerblichen Wasserausnützung zu verbinden." Aber auch Bubendey verkennt über den Schwierigkeiten nicht den großen Nutzen der gleichzeitigen Verwendung des Wassergefälles unserer Flüsse für die Zwecke der Betriebskraft und der Schiffahrt und schließt seine kritische Auseinandersetzung mit folgenden Worten: „Sollen wir es deshalb aufgeben, die Wasserkraft uns nutzbar zu machen? Gewiß nicht, denn jede Möglichkeit, eine Wasserkraft nutzbar zu machen, ist gleichbedeutend mit einem zu hebenden Schatz, und ein volkswirtschaftlicher Gewinn ist schon dann vorhanden, wenn dem Mehraufwand, der vom Staate bei Erbauung der Wehre im Interesse der Wasserkraftausnutzung geleistet wird, ein Ertrag aus der Verwertung der Wasserkräfte gegenübersteht, der die Verzinsung und Amortisation des Mehraufwandes gewährleistet."

Bei der ökonomischen Würdigung der Verwertung der Staukraft unserer Flüsse ist im einzelnen vor allem zu beachten, daß die Fassung der Staukraft, die Konzentrierung des Gefälles in unserem Flach- und Hügelland im Gegensatz zu den oft günstigeren Verhältnissen im Gebirgsland vor allem ziemlich teuere Bauwerke voraussetzt, von denen die Schleuse gar nicht und das Stauwehr nur zum Teil auf das Konto der Betriebskraftverwertung zu setzen ist. Die für den Verkehr neben dem Stauwehr zu errichtenden Schiffshebeeinrichtungen, wie Schleusen u. s. w., haben für die Betriebskraft keine Bedeutung, während andererseits für die industrielle Verwertung der Betriebskraft noch eine Maschinenanlage mit Turbinen u. s. w. zu dem Stauwehr hinzukommen muß. Das letztere stellt also den gemeinschaftlichen Teil der Anlage für die beiden Zwecke des Verkehrs und der Betriebskraft dar.

Wie sich unter solchen Verhältnissen die Ausnutzung der Wasserkraft an einer gleichzeitig der Schiffahrt dienenden Stauanlage auch

für die Betriebskraft rentabel gestalten läßt, ist von hervorragenden Fachmännern für zwei typische Fälle, für die Weser und für die Saar, zunächst theoretisch untersucht worden[1]). Wichtig ist vor allem die Frage, ob die im Flusse vorhandene Wassermenge genügend ist für die zum Schiffahrtsverkehr nötigen zahlreichen Schleusenfüllungen und gleichzeitig für eine reichliche Wasserzuführung zu der Turbine, ferner ob der durch bewegliche Nadelwehre, wie sie die Schiffahrt erfordert, erzielte Stau auch für die Betriebskraft entsprechend ist und ob sich die letztere der Handhabung des Wehres im Interesse der Schiffahrt, also insbesondere der Niederlegung derselben bei Hochwasser, anzupassen vermag. „Die zur Kanalisierung geeigneten Flüsse", schreibt Holz[2]), „leiden, in Deutschland wenigstens, diesbezüglich an dem großen Übelstande, daß während des Jahres die Wassermenge bedeutend schwankt zwischen einem sehr kleinen Minimum und einem sehr großen Maximum, wobei in den Einzelabschnitten des Niederschlagsgebietes sich das Minimum zum Maximum nicht selten wie 1 : 1000 verhält. Das Minimum ist nun in der Regel so klein, daß bei Eintreten desselben selbst für das Durchschleusen der Schiffe nicht mehr das nötige Wasser zur Verfügung steht. Dieser Fall tritt z. B. bei dem Mainkanal mit regelmäßiger Wiederholung ein, so daß alsdann der Schiffahrtsbetrieb erheblich leidet. Man muß hierbei bedenken, daß, wie schon betont, der Prozeß des Durchschleusens der Schiffe auch nicht mehr und nicht weniger ist, als eine Ausnutzung der Wasserkraft; diese Kraft muß aber um so größer sein, je größer die Anzahl der Schiffe ist; ist aber nicht genügendes Wasser vorhanden, so kann für die Schleusung allein schon die Kraft zu klein werden. Für industrielle Betriebe, für deren Motore kann hiernach nur diejenige Kraftmenge in Betracht kommen, welche über die regelmäßige Schleusenkraft hinaus während des Jahres vor-

---

[1]) Werneburg, Centralblatt der Bauverwaltung 1897 Nr. 42 A u. 43; und Prüsmann, Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Jahrg. V, Heft 2 u. 3. Der erstere behandelt die Wasserkraftverwertung der bereits bestehenden Staustufe der Saar, Prüsmanns Untersuchungen beziehen sich auf die erst noch zu bauende Staustufe der kanalisierten Weser bei Rinteln. Vgl. dazu noch die Referate des Schiffahrtskongresses in Brüssel 1898 über dieses Thema, insbesondere den Bericht des engl. Ingenieurs Marten, De l'utilisation des chutes aux barrages comme force matrice.

[2]) Holz a. a. O.

handen ist. Dieser Überschuß kann aber bei natürlichem Abfluß nach dem Obigen für längere Zeit Null werden, und hierin beruht der Übelstand, welcher beseitigt werden müßte, wenn in dem angedeuteten Sinne Nutzen geschaffen werden soll."

In allen Fällen also, wo wochen- oder monatelang das Flußwehr ganz niedergelegt werden muß, wird eine erhebliche Unterbrechung der Arbeitsleistung der industriellen Betriebskraftanlagen eintreten und dadurch die Anlage einer Dampfreserve notwendig, wenn anders der Betrieb ein kontinuierlicher sein soll. Durch eine solche Dampfreserve wird aber die ganze Anlage erheblich verteuert und die Rentabilität wesentlich beeinträchtigt. Viel günstiger gestalten sich diese Verhältnisse, wenn die Wassermenge des kanalisierten Flusses durch zurückliegende Seen gleichmäßig reguliert wird[1]). Dies ist z. B. in Skandinavien vielfach der Fall, aber auch in Deutschland, z. B. beim Spreekanal in Berlin und beim Oberländischen Kanal in Ostpreußen. Diese von Natur schon günstigen Fälle zeigen aber auch den Weg, wie man künstlich die Flußwassermenge so regulieren kann, daß die Flußkanalisierungen für Schiffahrtszwecke sowohl, wie für Betriebskraftanlagen gleichzeitig dauernd nutzbar werden können. Es müssen eben durch Sammelbecken im Oberlaufe des Flusses künstlich Seen geschaffen werden, durch welche sich die Wassermenge des mittleren und unteren Laufes regulieren läßt. Darin besteht gegenüber der Wasserkraft die Hauptaufgabe der staatlichen Wirtschaftspolitik, auf welche wir später noch zurückkommen werden. Im vorigen sind nur kanalisierte Flüsse in Betracht gezogen worden. Bei den eigentlichen Schiffahrtskanälen werden die bezüglich der Wassermenge erwähnten Schwierigkeiten im allgemeinen größer sein, insbesondere bei den Wasserscheidekanälen. Aber auch hier kann durch Wasseraufspeicherung geholfen werden.

Eine weitere Aufgabe ergibt sich aber aus dem Vorgesagten für die Wasserbautechnik, nämlich die möglichst rationelle Gestaltung der Stauwehre. Bei den früher üblichen Stauanlagen, welche nicht dem Schiffahrtsverkehr, sondern lediglich den Wassermühlen dienten, baute man feste Wehre in den Fluß, durch welche natürlich die Schiffahrt unmöglich wurde. Die im Schiffahrtsinteresse auszu-

[1]) Holz a. a. O.

führenden Flußkanalisierungen verlangen, wie Bubendey[1]) ausführt, „von Ausnahmen abgesehen, das System der beweglichen Wehre, und wegen ihrer verhältnismäßigen Billigkeit kommen bei breiten Flußquerschnitten und nicht allzugroßer Stauhöhe unter den beweglichen Wehren in erster Linie die Nadelwehre in Betracht. Das Nadelwehr gestattet mit Leichtigkeit die Einhaltung des Normalstaues im Oberwasser des Wehres, weil je nach dem Wachsen der Wassermenge des Flusses durch Fortnahme von Nadeln die Durchflußquerschnitte vergrößert werden können. Das Schiffahrtsinteresse ist dabei voll gewahrt. Es könnte nun erscheinen, daß das Nadelwehr mit seinen vielen Fugen überhaupt nicht geeignet wäre, das Wasser zu nützlicher Verwendung zurückzuhalten. Bei einer Nadelbreite von 10 cm kommen auf den lfd. m Wehrbreite 10 Fugen, die selbst bei sehr sorgfältiger Bedienung im Mittel nicht unter das Maß von 5—10 mm gebracht werden können. Thatsächlich lassen sich aber Nadelwehre dann sehr dicht herstellen, wenn in gewöhnlichen Zeiten die Regelung des Normalstaues nicht durch wiederholtes Herausnehmen und Einsetzen von Nadeln beschafft zu werden braucht. Das ist der Fall, sobald neben dem Nadelwehr ein Trommel- oder Schützenwehr vorhanden ist und zur Stauregelung benutzt werden kann. Schon die im Flußwasser treibenden Schwebestoffe vermehren mit der Zeit, indem sie sich in die Fugen setzen, die Dichtigkeit, und man kann auf künstlichem Wege ohne bedeutende Kosten eine recht vollkommene Dichtigkeit erzielen, wenn man oberhalb des Wehres Gras und Schilf einbringt. Am vollkommensten nützt das Einbringen eines Gemisches von Sägespänen und Asche."

Die eben erörterten beiden Momente, nämlich die Anpassung an den wechselnden Wasserstand überhaupt und die Funktion des Nadelwehres hierbei im besonderen sind für die Ökonomie der Betriebskraft des Wassers bei unseren Flußkanalisierungen von größter Bedeutung. Bei der eingehenden Rentabilitätsberechnung, die für die Verwertung der Wasserkraft der zu kanalisierenden Weser bei Rinteln aufgestellt wurde, setzte man den Wasserverlust an den Nadelwehren mit 20 l in der Sekunde auf 1 m Wehrlänge, d. h. bei 75 m Wehrlänge mit 1,5 cbm, in Rechnung; für das Schleusungs-

[1]) Bubendey a. a. O.

wasser des Schiffahrtverkehrs wurde 1 cbm, von anderen 0,5 cbm, sekundlich gerechnet. Da die Weser bei Rinteln 25,4 cbm Wasser in der Sekunde bei niedrigstem Wasserstande hat, steht ein Wassermangel der Wasserkraftverwertung für Industriezwecke nicht entgegen. Wie weit die Regulierung der wechselnden Wasserabflußmengen durch das Nadelwehr erfolgen kann und in welchem Grade die Betriebskraft durch das Versagen der Regulierung und außerdem durch Eisgang beschränkt wird, läßt sich an dem Beispiele der Stauanlage von Rinteln auf Grund der erwähnten Rentabilitätsberechnung im Einzelnen folgendermaßen darstellen: „Bei zunehmenden Wassermengen im Flusse werden soviel Wehrnadeln entfernt, wie nötig sind, um das Wasser ohne Senkung des Wehrstauspiegels durchzulassen. Am Oberwasserstand ist daher eine Änderung nicht zu bemerken, aber wohl am Unterwasser, denn dieses wird sich, entsprechend den für die Abführung der größeren Wassermengen sich in der unterhalb gelegenen Haltung bildenden hydraulischen Stau (= Flußgefälle), allmählich heben, so daß die Stau- oder Gefällhöhe am Wehr demgemäß verringert wird. Diese Zunahme des Unterwasserstandes schreitet beim Wachsen der Flußwassermenge weiter vor, nähert sich dem immer noch in gleicher Höhe erhaltenen Oberwasser (+ 54,90) und geht schließlich bei Hochwasser darüber hinaus. Es ist klar, daß dann eine Ausnutzung der Wasserkraft nicht mehr möglich ist, weil am Wehr kein konzentriertes Gefälle verbleibt. — — Aber nicht allein für die Zeit, in welcher das Unterwasser, d. h. der örtliche Wasserstand des ungestauten Flusses höher steht, als der einzuhaltende Stau = 54,90, fällt die Wasserkraft des Wehres weg, sondern auch schon unmittelbar vorher ist die Ausnutzung nicht mehr möglich, weil dann das Gefälle für einen Turbinenbetrieb zu gering wird und weil, wenn es etwa 0,50 m unterschreitet, der Betrieb auch wegen des Aufschwimmens der hölzernen Wehrnadeln oder wegen des bei Eintritt von Hochwasser schon frühzeitig zu beginnenden Abbaues der beweglichen Wehrteile doch nicht länger aufrecht erhalten werden könnte. Die Wasserkraftausnutzung ist demnach mit Ausnahme der Zeiten, wo Eisgang stattfindet, bei allen niedrigen und mittleren Wasserständen möglich, die 0,50 m tiefer sind, als der Wehrstau, oder nach den vorstehenden Pegelständen unter der Höhe von + 2,25 — 0,50 = + 1,75 m R.P. bleiben. Bei diesem

Pegelstand fließen nach vorstehenden Angaben sekundlich 300 cbm durch die Weser. Innerhalb des Spielraumes von — 0,64 mit 25,4 cbm und + 1,75 m mit 300 cbm Wassermenge bleiben also die Turbinen in Thätigkeit. Nur bei Hochwasser im Frühjahr und Herbst wird an durchschnittlich 40 Tagen jährlich der Pegelstand + 1,75 überschritten und an durchschnittlich 22 Tagen jährlich tritt Eisgang ein, wodurch ein Niederlegen der Wehrböcke nötig und damit die Ausnutzung der Turbinen unterbrochen wird."

Während also, wie wir gesehen haben, bezüglich der Wassermenge die Verhältnisse für die Wasserkraftausnutzung an der Weser nicht ungünstig sind, tritt hinsichtlich der Wasserstandsschwankung die ökonomisch bedenkliche Notwendigkeit ein, die Betriebskraft immerhin längere Zeit im Jahre einzustellen. Da die Verhältnisse bei Rinteln für unsere deutschen Flüsse typisch sein dürften, haben wir die für die ökonomische Würdigung wichtigsten Momente derselben ausführlicher dargestellt.

Zu erwähnen wäre nur noch, daß im Zusammenhang mit den Untersuchungen für die Rintelner Stauanlage eine technische Neuerung vorgeschlagen wurde, welche auch ökonomisch von Bedeutung ist und auch bereits für andere Flußkanalisierungen vorgeschlagen wurde. Es handelt sich um den Vorschlag Prüsmanns, ein gebrochenes Wehr zu erbauen und die Turbinenanlage auf den Mittelpfeiler zu verweisen. Eine elektrische Verteilung der großen Kraftmenge wird in den meisten Fällen ohnehin erforderlich sein, weshalb es gleichgültig ist, ob die Kraftgewinnung am Ufer oder mitten im Strom stattfindet. Es bildet dann ohne jegliche Bauten an den Flußufern die eine Hälfte des bestehenden Stromschlauchs den Turbinenzuführungskanal und die andere Hälfte den Wasserableitungskanal. Die Vorteile einer solchen Anlage[1]) sind in die Augen springend

---

[1]) Auch Röder (a. a. O.) bespricht die großen Vorteile dieser Einrichtung und schreibt hierüber: „Sehr beachtenswert ist der Vorschlag des Herrn Prüsmann, die Turbinen in einen Pfeiler einzubauen, welcher mitten im Strome liegt. An den Ufern fehlt es oft an Raum für die Anlage des Kanals und andere Baulichkeiten, besonders auch, wenn die Ufer nicht hochwasserfrei sind. Bei hochliegenden Ufern würden sehr bedeutende Kosten für Erdarbeiten u. s. w. entstehen. Auch ist es bei einem breiten Strome kaum möglich, die Wasserkraft in einem schmalen seitlichen Kanal vollständig auszunutzen. Herr Prüsmann will daher das Wehr nach der nebenstehenden Skizze brechen und

und bestehen besonders aus: 1. Schonung der wertvollen Ufer und der für die Vergrößerung der Schiffahrtsanlagen (Schleusen u. s. w.) in Anspruch zu nehmenden Grundstücke, 2. Ausführungsmöglichkeit auch innerhalb von Städten und engen Felsenstrecken, 3. Vermeidung großer und teuerer in das Ufer einschneidender Werkkanäle, 4. Beliebige Ausnutzung der Wasserkräfte durch Wahl der Turbinenzahl. „Ein derartiges, mit Mittelpfeilern angelegtes Wehr," schreibt Bubendey, „würde natürlich größere Anlagekosten bedingen als ein gewöhnliches Wehr, aber es läßt sich wohl ein finanzpolitischer Standpunkt denken, von dem aus der Mehraufwand gerechtfertigt erscheint. Von diesem Standpunkte aus würden wir, über den nächsten Tag hinausblickend, berücksichtigen, daß durch diese Mehrausgabe auch mehr erreicht sein würde, als die bloße Befriedigung der Schiffahrtsinteressen. Ohne diesen Interessen irgendwie zu nahe zu treten, würde zugleich der Grund gelegt sein zur Hebung eines Geldschatzes, denn es brauchten nun nur noch Turbinen in die im Mittelpfeiler vorgesehenen Gerinne eingebaut zu werden und Dynamomaschinen mit diesen gekuppelt zu werden, um die an der Staustufe schlummernde Arbeitsmenge thatsächlich zur Verwertung zu bringen. Der Kürze des Ausdruckes wegen ist durchweg vorausgesetzt, daß die Wasserkraft zunächst in elektrische Energie umgesetzt und in dieser Form verteilt wird. In manchen Fällen würde natürlich die unmittelbare Ausnutzung der Wasserkraft an Ort und Stelle möglich sein"[1]).

---

die Turbine in dem langgestreckten Mittelpfeiler unterbringen. Die Vorteile dieser Anordnung sind einleuchtend." Diese Anordnung ist allerdings nur möglich, wenn man sich schon bei dem Bau der Kanalisierung für die Ausnützung der Wasserkraft entscheidet und die Mehrkosten des Turbinenpfeilers von vornherein aufwendet.

[1]) Bubendey a. a. O. „Der Mehraufwand für die Anlage gebrochener Wehre ist zu 100 Mk. für die zu schaffende Pferdekraft berechnet. Da sich (bei Rinteln) rechnungsmäßig 36200 H.P. ergeben, würde dies einen Betrag von 3,62 Millionen Mark machen." Auch für die Mainkanalisierung wird die technische Neuerung Prüsmanns in Erwägung gezogen. Der mit der Ausarbeitung des technischen Projektes für die Mainkanalisierung beschäftigte kgl. Bauamtmann Faber schreibt in seinem Referate über die Herstellung einer Großwasserstraße im Mainthal zwischen Aschaffenburg und Bamberg im Anschluß an einen neuen Donau-Main-Kanal: „Dazu wird der vom Wasserbauinspektor Prüsmann gemachte Vorschlag empfohlen, die Nadelwehre auch für

Nach der Darstellung der technischen Grundlagen der für deutsche Verhältnisse typischen Wasserkraftanlage an der Weser sind nun die Ergebnisse der von den Fachleuten angestellten Rentabilitätsberechnung mitzuteilen.

Zunächst mußte festgestellt werden, wieviel Pferdekräfte überhaupt nutzbar gemacht werden sollen.

„Bei zunehmender Wassermenge," schreibt Prüsmann, „und dadurch vermindertem Gefälle, ergibt sich die größte im Rintelner Wehr vorhandene Wasserkraft bei 1,37 m Gefälle und der verfügbaren Wassermenge von sekundlich 165 cbm zu 2260 effektiven Pferdestärken. Diese größte Wasserkraft läßt sich aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht vollständig verwerten. Zwar könnte man von der Voraussetzung ausgehen, daß es mit Hilfe der Elektrizität möglich werden wird, die über die Durchschnittsleistung hinausgehende Kraft aufzuspeichern, sei es in Form von elektrischer Energie oder in Form eines durch die Kraftwirkung etwa auf elektrochemischem Wege erzeugten Stoffes, sodaß dadurch eine Ausgleichung der Zeiten mit verschieden großer Kraftleistung bewirkt würde. Es wäre dann nur festzustellen, wieviel Kraftabgabe eine Turbine des Rintelner Wehres jährlich mindestens zu liefern hat, um noch einen wirtschaftlichen Vorteil gegen andere Kraftquellen zu bieten. Daraus würde man demgemäß die Anzahl der in das Wehr einzubauenden Turbinen herleiten können. Hier möge aber, um der Beweiskraft der für das Rintelner Wehr anzustellenden Berechnung nicht zu schaden, von einer solchen Voraussetzung abgesehen werden."

---

diesen Zweck als gebrochene Wehre zu konstruieren und die Turbinen in den die Wehrhälften trennenden Pfeilern unterzubringen. Da eine elektrische Verteilung der Kraftenergie in den meisten Fällen ohnehin erforderlich ist, so wäre es gleichgültig, ob die Kraftgewinnung am Ufer oder mitten im Fluß stattfindet. Eine derartige Kraftstation könnte bei allen neuen Wehren im Maine hergestellt, bezw. vorgesehen werden. Wenn so schon bei der ersten Anlage in dieser einfachen Weise Rücksicht auf eine Ausnützung der Wasserkraft genommen werden würde, dann würden sich die Kosten hierfür wesentlich mindern lassen." (Vortrag, gehalten in der Sektion München des bayerischen Kanalvereins, Januar 1901.) Noch eine andere technische Neuerung ist zu erwähnen. Karl von der Heydt hat ein schwimmendes Durchlaufwehr erfunden, in welchem durch die Strömung mit Hilfe von Dynamomaschinen elektrische Energie hervorgebracht werden soll, die am Ufer in Akkumulatoren gesammelt wird. Über den praktischen Gebrauch dieser Erfindung ist aber noch nichts bekannt geworden. Ihrer Ausführung dürften noch die hohen Preise der Akkumulatoren im Wege stehen.

Es wurde also für die in Frage kommende Zeit von 285 Tagen[1]) nur die durchschnittlich vorhandene Wasserkraft zu Grunde gelegt. Dabei ergab sich, daß für Rinteln die Anlage von 10 Turbinen mit einer Leistung von je 100 effektiven Pferdestärken als die zweckmäßigste Ausnutzung der vorhandenen Wasserkraft vorauszusehen ist. Bezüglich der Intensität des Betriebes wurde, wie Prüsmann weiter ausführt, „vorausgesetzt, daß die ganze Wasserkraft von 1000 Pferdestärken vollständig, d. h. Tag und Nacht verbraucht würde. Es möchte dies mit der Zeit nach Ausbreitung der elektrischen Kraftleitung auch wohl erreichbar erscheinen, wenn nämlich die Kraftverwendung für nächtliche Lichterzeugung und Arbeitserzeugung sich entsprechend ergänzen. Eine solche Berechnung war hier besonders deshalb am Platze, weil es sich um die Kosten der anzustrebenden rationellen Ausnutzung vorhandener Naturkräfte handelt. Diese Kräfte des Weserwehres sind eben, abgesehen von den zeitweiligen Unterbrechungen, fortgesetzt bei Tag und Nacht und auch an Sonn- und Feiertagen vorhanden. Für Erreichung einer rationellen Kraftausnützung wird man daher auch bemüht sein müssen, die während der gewohnheitsmäßigen oder gesetzlichen Unterbrechungen der Arbeitszeit unvermindert zur Verfügung stehenden Wasserkräfte aufzuspeichern, um sie in der Woche verwerten zu können. Demgemäß ist vorstehend mit der vollen Zeit von 365 Tagen jährlich gerechnet worden, aber sowohl bei der Wasserkraft mit Dampfreserve, wie bei der reinen Dampfmaschinenkraft, so daß beim Vergleich beider dieselben Grundlagen vorhanden sind. Um aber auch zu zeigen, wie das Verhältnis bei beschränktem Kraftverbrauch sich gestaltet, sind folgende Berechnungen unter Voraussetzung eines zehnstündigen Tagesbetriebs, einer jährlichen Arbeitszeit von 300 Tagen und unter der Bedingung angestellt, daß nicht von vornherein die ganze Kraft von 1000 Pferdestärken, sondern nur die Hälfte = 500 Pferdestärken ausgenutzt werden soll, obwohl die Anlage des Turbinenpfeilers auf die volle Ausnutzung von 1000 Pferdestärken schon von vornherein eingerichtet werden möge."

---

[1]) „Es hat sich als Mittel aus 20 Jahren ergeben, daß das geplante Rintelner Wehr durchschnittlich viermal jährlich niedergelegt werden muß mit einer Dauer von zusammen 80 Tagen, wovon 22 Tage auf Eisgang und 40 Tage auf Hochwasser (über + 1,75 R.P.) entfallen."

Ein Punkt bedarf noch der Erwähnung, nämlich, daß an Anlagekosten nur die für die Kraftausnützung eintretenden Mehrkosten, nicht aber die für Schiffszwecke notwendigen Ausgaben für die Stauwerke u. s. w. in Rechnung gesetzt wurden. Wir teilen nun im Nachfolgenden das Ergebnis der Rentabilitätsberechnung für die Wasserkraftverwertung des Wasserstauwehres bei Rinteln übersichtlich mit und bemerken nur noch, daß nicht bloß wir, sondern auch technische Fachleute [1]) dieser Untersuchung Prüsmanns großen Wert beilegen. Auf jeden Fall bietet sie eine ganz andere Grundlage für die ökonomische Würdigung der Wasserkraft, als alle die allgemeinen Redensarten über die Millionen von „schlummernden Pferdekräften" unserer Flüsse. Das Ergebnis der Untersuchungen Prüsmanns findet sich in Anlage 3 am Schlusse zusammengefaßt.

Aus dem Vergleich der Zahlen in der Tabelle ist ersichtlich, daß die Wasserkraft des Rintelner Wehres von 1000 H.P. bei Einrechnung der Kosten für eine Dampfreserve von gleicher Größe und

---

[1]) Bubendey polemisiert allerdings gegen die Grundlagen der Prüsmannschen Berechnung, indem er namentlich die Festsetzung der Anlagekosten als richtig bestreitet. Er schreibt hierüber folgendes:

„Die vollständigen Anlagekosten für eine nutzbare Pferdekraft sind dagegen je nach der Annahme über die Ausnutzung der elektrischen Fernleitung und über die zu haltende Dampfreserve wie folgt berechnet:

Elektrische Fernleitung	Vorzuhaltende Dampfreserve in Teilen der Wehrkraft	Aufwand für eine nutzbare Pferdekraft
auf 20 km	$^2/_3$	Mk. 1720.—
„ 20 „	$^1/_3$	„ 1500.—
nach dem Ufer	$^1/_3$	„ 800.—
„ „ „	—	„ 600.—
bei direkter Verwendung etwa durch Drahtseil	—	„ 420.—

Unter diesen Voraussetzungen wird nun der mittlere Aufwand für eine nutzbare Pferdekraft mit 600 Mk. angenommen, so daß bei der weiteren Annahme, daß die nutzbare Pferdekraft einen Wert von 1000 Mk. darstellt, sich ein wirtschaftlicher Gewinn von 400 Mk. für die Pferdekraft, im Ganzen also von rund 14 Millionen Mk. ergeben würde. Bei voller Anerkennung der Verdienste, die Herr Prüsmann sich bei seinem Entwurfe um die rationelle Ausnutzung der Wasserkräfte erworben hat, wird man nach den früheren Ausführungen nicht umhin können, diese Folgerung als sanguinisch zu bezeichnen. Denn die mitgeteilten Zahlen weisen selbst darauf hin, den Aufwand für eine nutzbare Pferdekraft mit 1500 Mk oder 1720 Mk. in Rechnung zu stellen."

bei 20 km betragender elektrischer Fernleitung, also etwa nach Minden, Hameln, Eilsen und Bückeburg, jährlich immer noch mindestens 28 Mk. für eine Pferdekraft oder 28000 Mk. im ganzen sich billiger stellt, als die reine Dampfkraft. Es möchte hiernach an der Möglichkeit einer zweckmäßigen Wehrkraftausnützung, auch für solche Zwecke, die eine Kraftunterbrechung nicht erleiden können, nicht gezweifelt werden können. Um die berechneten jährlichen Kosten mit bestehenden Kraftanlagen zu vergleichen, sind in der Tabelle am Schlusse die Kosten der elektrischen Energie bei Berliner Anlagen entsprechend den Sätzen einer Kilowattstunde zu 10 und zu 60 Pfg. angegeben. Außerdem ist der niedrige Preis von nur 5 Pfg. für eine Kilowattstunde zu Grunde gelegt. Schließlich ist zur Vervollständigung der Übersicht noch der jährliche Betrag für die Kraft eines lebenden Pferdes hinzugesetzt, obwohl dieser Vergleich mit mechanischen Kräften nicht ganz zutreffend ist. „Jedenfalls ist in volkswirtschaftlichem Sinne", so faßt Prüsmann das wirtschaftliche Ergebnis seiner Untersuchung zusammen, „selbst wenn noch ein mäßiger Wasserkraftzins zu den berechneten Kosten hinzutritt, ein bedeutender Gewinn aus der Nutzbarmachung der Wehrkräfte zu erhoffen. Unter der allerdings erst in weiterer Zukunft eintretenden Voraussetzung der vollständigen Verwertung der Tag und Nacht zur Verfügung stehenden Wasserkräfte ist, da die elektrische Pferdekraft am Weserfluß etwa 82 und in 20 km Entfernung noch 28 Mk. oder im Durchschnitt = rund 50 Mk. jährlich billiger ist als Dampfkraft, bei 54200 H.P., die nach einer hier nicht weiter zu zergliedernden Berechnung für die ganze Weserkanalisierung festgestellt wurden, ein Vorteil von 55·54200 = rund 3 Millionen jährlich zu erwarten. Dies würde einem Kapital von rund 90 Millionen Mk. entsprechen."

So hoch wir die Berechnungen Prüsmanns über die Rentabilität der Wasserkraftverwertung bei der Weserkanalisierung schätzen, so möchten wir doch die ökonomische Würdigung der elektrischen Wasserkraftverwertung an unseren Flüssen nicht auf diese Ergebnisse allein begründen. Wir lassen deshalb noch einige allgemeine Aufstellungen von Fachleuten, bei welchen im wesentlichen an die Benützung der Wasserkraft der Flüsse gedacht ist, folgen und schließen daran noch die ökonomischen Ergebnisse von einigen wichtigen, auf die Verwertung der Wasserkraft eines Flusses begründeten Elektrizitätsanlagen.

Nach Kapp[1]) läßt sich über das Verhältnis der elektrischen Wasserkraftübertragung zur Dampfkraft folgendes sagen:

Allgemein läßt sich die Frage, bis zu welcher Entfernung elektrischer Strom wirtschaftlich rentabel erscheint, nicht beantworten; es kommt ganz darauf an, wie groß die Anlage ist, wie die Kohlenpreise an dem betreffenden Kraftverbrauchsorte sind, und wie hoch sich die Anlagekosten der Wasserkraft belaufen, welche sehr verschieden sein können. Als Beispiel sei angenommen, eine Wasserkraftanlage von 133 P.S., übertragen auf ca. 5 km Entfernung 100 P.S., Betriebszeit 300 Tage à 10 Stunden:

	Anlagekosten für 1 P.S. Sekundär: ca. Mk.
Wasserkraft, einschließlich Primärmaschine:	
1,33 P.S. (einschl. 25% Gesamtverlust) à Mk. 1000.—	1330.—
Fernleitung 5 km = ca. Mk. 9000.—	90.—
Elektromotor = ca. Mk. 9000.—	90.—
	1510.—
	Betriebskosten für 1 P.S.-Stunde Sekundär:
Verzinsung und Amortisation:	
Durchschnittlich 10 % von der Anschaffungssumme Mk. 151.— per Jahr	5,03
Wartung 2c. 1½ % von der Anschaffungssumme Mk. 22.— per Jahr	0,73
	5,76
Dampfmaschine 100 P.S. laut Anlage- und Betriebskostentabelle:	
Betriebskosten nahe am Kohlengebiet	5,51
„ in Süddeutschland	6,56.

Bei Tag- und Nachtbetrieb wird das Verhältnis zwischen der übertragenen Wasserkraft und der Dampfmaschine für erstere natürlich wesentlich günstiger, nämlich bei 24stündigem Betrieb in 300 Tagen kostet die Wasserkraft nur ca. 2,6 Pfg. per P.S.-Stunde. In vorstehender Rechnung Kapps ist der Wirkungsgrad in der elektrischen Primärmaschine mit 91%, in der Fernleitung für 5 km mit 92% und in der Sekundärmaschine mit 90%, insgesamt 75% angenommen, also 25% Verlust gerechnet. Der Wirkungsgrad der Leitung kann auch niedriger genommen werden, wodurch sich das Kupfergewicht und die Kosten der Leitung entsprechend vermindern,

[1]) Gisbert Kapp, Elektrische Kraftübertragung, Berlin u. München 1895.

so daß mit größerem Übertragungsverlust, doch je nach Umständen ein wirtschaftlich günstigeres Verhältnis erzielt werden kann.

Nach Tolkmitt[1]) verbraucht eine Wasserkraft von 10 Pferden Nutzleistung bei 25 m Gefälle stündlich etwa $\frac{400}{25} \cdot 10 = 1600\,m^3$ Wasser oder 0,44 m^3 in der Sekunde und erspart in 24 Stunden täglich etwa $24 \cdot 0{,}60 = 14.40$ Mk. an Betriebskosten gegenüber einer gleichwertigen Dampfmaschine von $\frac{24}{15} \cdot 10 = 16$ Pferden mit täglich 15 Betriebsstunden.

Tolkmitt ist der Ansicht, daß, falls man die künftige Entwickelung der Wasserkraftsversorgung durch Centralstellen berücksichtigt, die Wassertriebkräfte nur noch mit dem organisierten Dampfbetriebe unter elektrischer Kraftverteilung in Vergleich zu stellen sind.

Nach einer anderen fachmännischen Berechnung lassen sich folgende Normalien für die elektrische Übertragung einer Wasserkraft aufstellen.

Normalien für eine Anlage von 100—120 P.S.

Anlagekapitalien:	per P.S. eff. ca. Mk.
1. Wasserkraft	400
2. Wasserbau	200
3. Entschädigungen	50
4. Turbinen und Transmission	200
	850
5. Dynamomaschine	150
	1000

6. Elektrische Leitungen für 100—120 P.S. ca. 1800.— per km.

An Verzinsung und Amortisation sind zu rechnen für 1. u. 3.	4%
Maschinen (4.)	ca. 8 „
Bau (2.)	„ 5 „
Elektrische Leitungen (5.)	„ 5 „
Ferner für Verwaltung, Wartung, Überwachung, Reparaturen, Schmiermaterial,	
von der Gesamtanschaffungssumme	„ 1½%
Tag- und Nachtbetrieb	„ 2½ „

Die Anlagekosten sind ganz von den Verhältnissen abhängig[2]);

---

[1]) Tolkmitt, Grundlagen der Wasserbaukunst, Berlin 1898.

[2]) Die Anlagekosten betragen nach unseren Informationen für 1 Pferdestärke in

		ca. Mk.
Marbach	825 P.S.	1.128
	elektrischer Teil	242
		1.370

am billigsten wird eine Wasserkraftanlage kommen mit hohem Gefälle, ohne lange Kanalanlagen bezw. Rohrleitungen. Wasserzins ist in vorstehenden Berechnungen nicht inbegriffen.

Wichtiger als diese allgemeinen Berechnungen und selbst noch wichtiger als die speziellen und gründlichen Untersuchungen von Prüsmann über eine Wasserkraftverwertung, die aber doch vorerst noch Projekt ist, erscheinen uns die ökonomischen Ergebnisse bereits bestehender großer Elektrizitätsanlagen, welche auf die Wasserkraft von Flüssen begründet sind. Lux[1]) teilt uns diese Ergebnisse für die beiden großen Elektrizitätswerke Oberspree und Rheinfelden mit, indem er ihnen zugleich die Kosten der Dampfkraft und bei dem Werk Oberspree auch die eines Gasmotors gegenüberstellt. Danach ergibt sich folgendes Verhältnis der Betriebskosten pro Pferdekraft für die verschiedenen Betriebskräfte:

Leistungsfähigkeit	Jährliche Betriebskosten pro P.S.		
	Dampfmaschine	Gasmotor	Elektromotor angeschlossen an das Werk Oberspree
P.S.	Mk.	Mk.	Mk.
1	—	250	216
5	755	195	190
10	470	208	183
50	315	253	144
100	224	248	120
500	120	—	93

„Aus dieser Zusammenstellung," schreibt Lux[2]), „geht die außerordentliche Überlegenheit des Elektromotors in Bezug auf die Betriebskosten mit vollster Deutlichkeit hervor, und selbst große Dampfmaschinen vermögen mit dem Elektromotor nicht mehr zu konkurrieren."

Rathausen . . . . . 1800 P.S.
mit elektrischem Teil 910
Sihlwerke Zürich . . . . . 2300 P.S.
mit elektrischem Teil 772
Olten-Aarburg . . . . . 3000 P.S.
mit elektrischem Teil 1.068
per P.S. eff.

[1]) Lux a. a. O.
[2]) Lux a. a. O.

Über das Elektrizitätswerk Rheinfelden macht Lux folgende in den Schlußbemerkungen besonders beachtenswerte Mitteilungen:

„Die Werke, mit einer Leistungsfähigkeit von 16 000 PS., im ersten Ausbau, haben ein Versorgungsgebiet von ca. 40 km im Durchmesser, sie versorgen das Rheinthal zwischen Säckingen-Stein und Basel, das Wiesenthal bis hinauf nach Zell, das Birsthal bis nach Grellingen und endlich das Thal der Ergolz mit seinen Hauptpunkten Liestal, Sissach und Gelterkinden. In diesen Thälern ist eine große Industrie mit einem Kraftbedarf von ca. 10 500 P.S. angesiedelt ($^3/_4$ davon für Textilfabriken). Für diesen ausgedehnten Industriebezirk werden nun die Kraftübertragungswerke Rheinfelden elektrische Energie unter den denkbar günstigsten Bedingungen liefern." Gegenüber dem Betriebe mit Dampfkraft, bei dem eine teilweise verzinste und amortisierte Anlage angenommen worden ist, weist das Elektrizitätswerk Rheinfelden folgende Betriebskosten auf:

P.S.	Stündliche Betriebskosten für Dampfmaschine im Versorgungsgebiet von Rheinfelden	Stündliche Betriebskosten für Elektromotor im Versorgungsgebiet von Rheinfelden
	Pfg.	Pfg.
50	9,6	6,2
100	9,1	5,8
200	8,2	5,2
300	7,5	4,7
500	6,3	4,2
1000	5,3	3,7
1500	5,2	3,6
2000	5,1	3,5

„Hier, wo es sich um die Elektrizitätserzeugung durch Wasserkraft handelt," sagt Lux, „zeigt sich die ökonomische Überlegenheit des Elektromotors in seiner ganzen Größe, — und sicher ist der von verschiedener Seite ausgesprochene Gedanke nicht zu optimistisch, daß in nicht zu ferner Zukunft die durch Wasserkraft erzeugte Elektrizität die Dampfkraft fast vollständig verdrängt haben wird."

Als 2. Gruppe von Wasserkräften haben wir für die ökonomische Würdigung unterschieden die Gewässer mit starkem Gefälle in den Gebirgen, besonders die Wasserfälle. Hierüber besitzen wir gleichfalls eine eingehendere Untersuchung und zwar von dem französischen

Ingenieur Tavernier[1]), der wir über die ökonomischen Grundlagen der elektrischen Übertragung von Gebirgswasserkräften Nachfolgendes entnehmen.

Der Verfasser führt zunächst aus, warum es so schwierig ist, die Kosten der Wasserkraft festzustellen; die bisherigen Verwendungen der Wasserkräfte in den Alpenländern seien hauptsächlich von Privaten erfolgt, deren Angaben nicht sehr zuverlässig seien, dazu kommen die Spekulationen, welche die Preise der Wasserkräfte beeinflussen. Der Verfasser hält sich sodann an das beste zugängliche Material und bestimmt zunächst die Kosten der Anlage selbst; die Grundlage bildet eine Pferdekraft, also die Arbeit, durch welche 75 kg in der Sekunde einen Meter hoch gehoben werden.

Die motorische Kraft einer Turbine ist proportionell der Höhe des Wasserfalles und der Wassermenge, wobei ein Nutzeffekt von 50—70% erzielt wird. Für eine Wasserkraft von 4 Pferden mit einem Wasserfall von 2,5 m braucht man eine Wassermasse von ungefähr 200 l in der Sekunde. Ein Kubikmeter Wasser = 1000 kg, welcher 1 m herab, oder 1 l Wasser = 1 kg, das 1000 m herabstürzt, leistet also die Arbeit von $13^1/_3$ P.S. Der Traunfall in Oberösterreich[2]) stellt eine Wasserkraft von über 5800 Pferdekräften dar, denn es sind in der Sekunde 50 cbm Wasser, die 13 m hoch herabstürzen. Eine viel größere Arbeit leistet aber dort die kleine Krimmler Ache, sie hat nicht mehr als 3 cbm Wasser in der Sekunde, stürzt aber 380 m hoch herab; dieser Wasserfall hat die Kraft einer 15 000pferdigen Dampfmaschine.

Von Einfluß ist ferner, ob die Pferdekraft einzeln oder fast einzeln oder in Massen von mehreren 1000 Pferdekräften erscheint. Diese Verhältnisse sind für die Kosten der Wasserkraft von großer Bedeutung. Eine Pferdekraft einer Masse kommt erheblich billiger als eine einzelne, ebenso eine Pferdekraft, die einem höheren Wasserfall angehört. Die Thatsache, daß eine Pferdekraft in größerer Masse billiger kommt, ist darauf zurückzuführen, daß die eventuell notwendige Stau-

---

[1]) Tavernier, Ingenieur en chef des ponts et chaussées, Les forces hydrauliques des Alpes. Statistique — Mode d'utilisation — Législation. Paris 1900. (Sonderabdruck aus den Annales des ponts et chaussées.)

[2]) Penck, Über Flußregulierung in Österreich in der „Zeit" 1901 Nr. 347.

anlage des Wassers[1]) eine nahezu konstante und von der Quantität fast unabhängige Größe bildet, daß ferner die Kosten der Wasserführung und der Turbinen beim gegebenen Gefälle nicht mehr im Verhältnis zur Wassermasse wachsen[2]), und daß schließlich auch die Generalkosten aller Art, wie Grunderwerbung und Gebäude ziemlich unabhängig von der Menge des Wassers sind.

So kommt es, daß die Kosten für eine Wasserkraft in den Alpenländern schwanken zwischen 100 und mehreren 1000 Fcs. selbst bei sehr großen Wasserkräften. In der Schweiz wird die Grenze für die vorteilhafte Verwendung der Wasserkraft in den Städten und in den Industriecentren mit 1000 Fcs. angenommen, in Italien ist diese Grenze im Hinblick auf die teuere Kohle etwas höher. Vielfach entscheiden auch andere als rein ökonomische Gesichtspunkte bei der Verwendung der Wasserkräfte[3]).

Mit den Unterhaltungskosten verhält es sich nach Tavernier ganz ähnlich wie mit den eben erörterten Grundpreisen der Wasserkräfte. Sie sind ebenfalls um so geringer, je höher der Wasserfall und je größer die Wassermasse desselben ist[4]). Auf diesen Grund-

[1]) Auch bei Wasserfällen können Wehrbauten oft nicht entbehrt werden; sie dienen dann der Regulierung der natürlichen Überfallkante.

[2]) La dépense des canalisations de toute sorte et celle des turbines décroissent évidemment avec la quantité d'eau à employer, c'est-à-dire pour une même puissance, en raison directe de la hauteur de chute utilisée." Tavernier a. a. O.

[3]) „Il est parfaitement rationnel, dans certains cas, de viser par-dessus tout à l'économie et, dans d'autres cas, de chercher à se mieux garantir, au prix de dépenses initiales plus considérables, contre les chances d'accidents ou les risques de chômages. Si or tient compte en outre des effets, souvent malheureux, de marchés à forfaits beaucoup trop simplifiés, tels qu'ils ont été parfois pratiqués en France, on arrivera à comprendre, pourquoi les installations des Alpes Françaises, établies dans les régions reculées, par grandes masses, à des conditions forfaitaires d'une extrême simplicité, ont pu descendre à des prix de premier établissement inconnus dans les pays voisins et pourquoi aussi des installations beaucoup plus chères peuvent être, techniquement et économiquement, parfaitement justifiées." Tavernier a. a. O.

[4]) „On peut dire, en somme, des frais d'entretien, les mêmes généralités que des frais de premier établissement auxquels on peut admettre qu'ils sont sensiblement proportionnels; rapportés à la base unitaire du cheval, ils doivent être d'autant plus réduits que la chute est plus élevée et que la puissance est engendrée par une masse plus grande." Tavernier a. a. O.

lagen berechnet nun Tavernier die jährlichen Kosten einer Wasserpferdekraft mit elektrischer Übertragung in den Alpenländern. Die Kosten setzen sich zusammen aus der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sowie aus den Unterhaltungs- und Überwachungskosten. Tavernier unterscheidet vier Fälle: Die Kosten einer indizierten elektrischen Pferdekraft, die Kosten bei Verwendung in der Nähe der Turbine, die auf Entfernung geleitete Pferdekraft und die ferngeleitete und verteilte Pferdekraft. Die Jahreskosten sind in diesen vier Fällen sehr verschieden.

Unter der Annahme von 15% für Verzinsung und Amortisation, sowie für die Unterhaltung und Bedienung und unter Zugrundlegung eines kontinuierlichen 24stündigen Betriebes, sowie einer beträchtlichen Wasserkraft kommt Tavernier zu folgenden ökonomischen Ergebnissen:

Prix de revient moyen du cheval-an continu de 24 heures produit par une installation hydro-electrique de grande importance.

	Cas d'une installation hydraulique coûtant de premier établissement 100 francs par cheval	Cas d'une installation hydraulique coûtant 1000 francs par cheval
	francs	francs
Cheval hydraulique brut sur l'arbre de la turbine	10	100
Cheval électrique a proximité de l'usine (consommant 1,20 cheval hydraulique) .	27	135
Cheval électrique transporté dans un rayon de 20 à 50 kilomètres (consommant 1,50 cheval hydraulique)	60	195
Cheval électrique transporté et distribué dans un rayon de 20 à 50 kilomètres (consommant 2 chevaux hydrauliques) .	110	290

Nach diesen Berechnungen weist Tavernier die Überlegenheit der hydroelektrischen Kraft über die Dampfkraft selbst bei einer kostspieligen Installation der ersteren nach. Bei der Dampfkraft betragen unter Zugrundelegung einer Arbeitsleistung von 6000 Stunden im Jahre, d. h. 17 Stunden im Tage, die Jahreskosten 1620—240 Fcs.

für Betriebskräfte von 1—10000 Pferdekräften. Nach den eben mitgeteilten Rechnungsergebnissen stellt sich die hydroelektrische Kraft selbst bei einem Anlagekapital von 1000 Fcs. für die Pferdekraft auch noch bei einer Übertragung auf 20—50 km wirtschaftlicher als die Dampfkraft unter Voraussetzung beiderseitigen kontinuierlichen Betriebes. Bei der unmittelbaren Verwendung der Kraft an der Turbine stellen sich die Jahreskosten im Verhältnis zur Dampfkraft wie 1:25. Bei so glänzenden rechnerischen Resultaten glaubt Tavernier der hydroelektrischen Kraft der Gebirgsländer eine große Zukunft prophezeihen zu dürfen[1]).

Bei nicht kontinuierlichem Betrieb ändert sich das Resultat. Bei einem Betriebe von 9 Stunden im Tage schwanken die Jahreskosten der Pferdekraft zwischen 900—136 Fcs. bei Betriebskräften von 1—10000 Pferdestärken, und bei 3 stündiger Tagesleistung betragen die entsprechenden Kosten 500—50 Fcs. bei Betriebskräften von 1 bis 10000 Pferdestärken. Unter solchen Verhältnissen kann die Dampfkraft freilich mit der elektrischen Wasserkraft in Wettbewerb treten, allein der Fall wird, wie Tavernier glaubt, praktisch wenig Bedeutung bekommen, weil es für die Verwendung der hydroelektrischen Kraft im Gebirge reichlich Gelegenheiten gibt, die sich auch günstig untereinander ergänzen. Unser Gewährsmann fügt schließlich seinen theoretischen Berechnungen noch die praktischen Ergebnisse der wichtigeren Elektrizitätswerke mit Wasserkraftanlagen in den Gebirgsländern bei. Die Tarife einer industriellen Pferdekraft von 10 Stunden im Tag sind danach sehr verschieden, je nach den Anlagekosten. Die praktischen Ergebnisse in einigen Städten sind in der Tabelle auf Seite 103 angegeben.

Tavernier fügt hierzu noch die Mitteilung, daß die Kilowattstunde im allgemeinen in Frankreich für motorische Zwecke die Hälfte des Preises der Kilowattstunde für Beleuchtungszwecke aufweist, nämlich 0,4—0,7 Fcs. und daß man hofft, diesen Preis noch auf

---

[1]) „Un abaissement de prix si formidable et, grâce au transport à distance, si universel de la force continue devait provoquer une véritable révolution économique, et c'est ce qui a eu lieu en effet pour les industries électro-métallurgiques et électro-chimiques, qui, ayant besoin de forces constantes en très grandes quantités et à très bas prix, ont pris naissance avec l'entrée en scène du nouveau facteur et se développent chaque jour de telle façon que, pour l'avenir, toutes les hypothèses semblent permises". Tavernier a. a. O.

	Le cheval-an	Le Kilowatt-heure (au compteur)
	francs	
Neufchâtel	de 164 à 400	—
Chambéry	„ 200 „ 350	—
Lyon	„ 360 „ 720	de 0,55 à 0,65
Genève	„ 140 „ 750	„ 0,08 „ 0,25
Saint-Etienne	„ 360 „ 750	„
Usine de Clées (Yverdon)	„ 160 „ 768	„ 0,10 „ 0,18
La Chaux-de-Fonds, le Locle	„ 325 „ 536	„
Milan	„	0,20
Turin	de 200 à 350	de 0,11 à 0,15
Bergame	„ 150 „ 400	„
Gènes	„ 162 „ 400	„
Rome	„	0,30

0,25 Fcs. zu reduzieren. Für Deutschland dürfe man den Preis der Kilowattstunde für motorische Zwecke auf 0,2—0,4 Fcs. ansetzen. Im allgemeinen sei eine Ermäßigung der Kosten für die hydroelektrische Kraft zu erwarten[1]).

Auch bei dieser Gruppe der Wasserkräfte sind weitere Fortschritte von einer systematischen Wasserwirtschaft abhängig, denn auch hier handelt es sich vielfach um sehr ungleichen Wasserstand in den verschiedenen Jahreszeiten. Im Winter schrumpfen die Alpenbäche zusammen und im Frühling und Sommer werden die von den Gletschern und Firnen gespeisten Gewässer außerordentlich wasserreich. Die wasserwirtschaftliche Politik hat also auch hier die Aufgabe, eine größere Gleichmäßigkeit insbesondere durch Stauweiher herbeizuführen.

Die Stauweiher, zu welchen wir auch günstig gelegene natürliche Wasserbecken rechnen, finden also ihre Bedeutung für die Wasserkraftverwertung darin, daß sie nicht bloß die Qualität vorhandener Wasserkraftanlagen verbessern, sondern ganz neue zu schaffen geeignet sind. Diese dritte Gruppe von Wasserkräften zeichnet sich vor allem durch gleichmäßigere Wasserführung vor den

[1]) „Nous pensons, et l'exemple des villes suisses et italiennes est là pour le prouver, qu'avec l'emploi des forces hydrauliques on peut prédire des abaissements de tarifs bien autrement importants qui dépendront non seulement du bon marché des installations, mais surtout de l'amélioration progressive de leur coefficient d'utilisation." Tavernier a. a. O.

beiden anderen aus. Durch eine künstliche Stauweiheranlage entsteht eine Konzentration des Gefälles an der Sperrmauer der Anlage, welches auch unmittelbar an diesem Orte ausgenutzt werden kann. Das eigenartige des Sammelbeckens — und dies gilt auch für natürliche Sammelbecken — besteht darin, daß das überflüssige Hochwasser seine Energie aufspeichert. Das Ablassen des Wassers, sagt Intze in seinem Vortrag über Thalsperren bei der Grundsteinlegung für die Thalsperrmauer am Queis, kann dann nach Verlauf des Hochwassers in unschädlicher Weise stattfinden, oder man kann einen Schritt weiter gehen, und bei langsamerem Ablassen des Wassers allein, oder in Verbindung mit dem durch den Stau gewonnenen Gefälle, Kraftcentralen ausführen. Die Thalsperren bei Gemünd in der Eifel hat für $45^1/_2$ Millionen Kubikmeter Wasser Stau erhalten, womit bei nahezu 100 m Gefälle die Gesamtanlagekosten von rund $7^1/_2$ Millionen Mk. durch die Ausnützung der geschaffenen Energie in einer Kraftcentrale gedeckt sind. Intze sagt, ein Gegensatz für Verwendung als Hochwasserbecken und Nutzwasserbecken sei nicht begründet.

Wird der Stau und die vermehrte Zuführung von Nutzwasser nicht unmittelbar am Stauweiher, sondern erst in den weiteren Abläßen desselben ausgenützt, so können dadurch Wasserläufe, die bisher nicht zur Wasserkraftanlage geeignet waren, erst hierfür geeignet werden und auch insofern haben die Stauweiher eine selbständige Bedeutung in dem System der Wasserkräfte. Wo aber bisher schon betriebsfähige Wasserkraft vorhanden war, wird diese durch die Stauweiheranlagen in ihrer Leistungsfähigkeit oft um das doppelte und dreifache erhöht und diesen Zuwachs von Pferdekraftstunden, der sich auch ziffernmäßig feststellen läßt, charakterisiert gleichfalls die selbständige Bedeutung der Stauweiher in dem System der Wasserkraft. Deshalb haben wir die Wasserkraft der Stauweiher als besondere dritte Gruppe von Wasserkräften aufgeführt und wollen nun noch einige Angaben machen über die an deutschen Stauweihern hinsichtlich der Betriebskraftverwertung gemachten Erfahrungen [1]).

---

[1]) Aus der reichhaltigen Litteratur über Thalsperren in Deutschland heben wir folgendes hervor: Der Zeit nach muß in erster Linie ein Bayer genannt werden, nämlich Ökonomierat Classen mit der Denkschrift, Die Ursachen und Folgen der jähen Überschwemmungen und die Mittel zu deren Be-

Bei der großen Stauweiheranlage im Eschbachthale bei Remscheid wurde der Zweck, die Stauanlage auch für die Turbinenkraft zu benutzen, sehr gut erreicht. Allein für die Verwertung dieser Kraft zum Pumpen des Trinkwassers in die hochgelegenen Stadtteile ersparte die Stadt Remscheid über 10000 Mk. an Kohlen im Jahre 1896. Außerdem wurden die Wiesen des Eschbachthales bewässert und die Werkbesitzer erhielten ein gleichmäßiges Triebwasser, während sie früher genötigt waren, oft monatelang ihren Betrieb einzustellen. Das Gefälle gestaltete sich auch erheblich größer und konstanter. Das für den Pumpzweck verbrauchte Wasser der Turbine wird in einen Teich abgelassen, wo es samt dem Überlaufwasser aus dem Stauweiher zur Verfügung der Landwirtschaft steht. Ein anderes, ebenso wie das erstgenannte von Intze erbaute Stauweiherwerk ist die Beverthalsperre an der oberen Wupper, welche im Jahre 1898 dem Betriebe übergeben wurde. Durch diese Anlage erhielten ca. 450 industrielle Werke an der Wupper ein gleichmäßigeres Betriebswasser. Im Ruhrgebiet sind zur Zeit 9 Anlagen mit 30 Mill. Kubikmeter Stauinhalt teils fertig, teils im Bau, im Rheinland 8 Anlagen mit $58^1/_2$ Mill. Kubikmeter. Die Gesamtkosten hier-

---

seitigung, Ansbach 1876. Classens Bestrebungen für ein System von Stauweihern in Bayern hatten ein ähnliches Schicksal, wie die Bemühungen für den Ausbau eines Wasserstraßennetzes in Bayern. Mehr Erfolg als Classen, aber auch unter günstigeren Verhältnissen wirkend, hatte Professor Intze in Aachen. Wir erwähnen von seinen Schriften: O. Intze, Zweck und wirtschaftliche Bedeutung von Thalsperren. Vortrag auf der 70. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Düsseldorf 1898. Derselbe, Thalsperren. Vortrag beim Müllerkongreß in München 1898. Zeitschrift deutscher Ingenieure. Derselbe, Über die Wasserverhältnisse im Gebirge, deren Verbesserung und wirtschaftliche Ausnutzung, Hannover 1899. Derselbe, Die bessere Ausnutzung der Gewässer und der Wasserkräfte, Berlin 1889. Derselbe, Die Wasserverhältnisse der Wupper und deren Verbesserung durch Anlage von Thalsperren im Bruch- und Beverthale. Selbstverlag. Derselbe, Gutachten bezüglich der Verbesserung der Wasserverhältnisse der Roer und der zur Verbesserung des Roerbettes aufgestellten Regulierungsprojekte, Düsseldorf 1896. Derselbe, Die Erweiterung des Wasserwerkes der Stadt Remscheid, Berlin 1895. Ferner sind hervorzuheben: Borchardt, Die Remscheider Stauweiheranlage, sowie Beschreibung von 450 Stauweiheranlagen, Leipzig 1897. Mattern, Der Thalsperrenausbau der deutschen Wasserwirtschaft, Berlin 1902. Ziegler, Der Thalsperrenbau nebst Beschreibung ausgeführter Thalsperren, Berlin 1900.

für betragen 30 Millionen Mark [1]). Sehr ausgedehnt sind die Stauweiheranlagen im Harz. Der nordwestliche Harz enthält allein 67 Stauweiher, welche eine Fläche von 250 ha bedecken und 9—10 000 000 cbm Wasser fassen. Mit diesem Stauwasser werden über 3000 Pferdekräfte gewonnen, welche mittels 196 Wasserrädern, 6 Wassersäulenmaschinen und 6 Turbinen nutzbar gemacht werden. Die Stauweiher am oberen Harz sind wohl die ersten in Deutschland, die im Interesse der Wasserbetriebskraft angelegt wurden, und die letztere selbst diente als technische Betriebskraft für den dortigen Bergbau [2]). Intze hat auch für Schlesien, insbesondere für das Bober- und Queisgebiet, Sammelbecken projektiert, welche den vorhandenen Wasserkraftanlagen eine stärkere, gleichmäßigere Betriebskraft sichern und die Hochwassergefahr beseitigen sollen.

Dabei sind wir in Deutschland vielfach noch in den ersten Anfängen der Wasserwirtschaft. Die Anlagekosten der verschiedenen Werke ergeben allgemein mit Zunahme der Größe relativ kleinere Kosten pro Kubikmeter gestauten Wassers. Anlagen mit Sperrmauern schwanken zwischen 20 und 70 Pfg. für den gestauten Kubikmeter solche mit Erddämmen bedingen nur 10—20 Pfg. pro Kubikmeter Wasser. Eine Pferdekraft berechnet sich hier auf Grund von Erfahrungssätzen in den ersten Jahren auf 80—110 Mk. in 300 Arbeitstagen à 10 Stunden, gestaltet sich aber von Jahr zu Jahr billiger, sodaß sie schließlich nur auf etwa 4 Mk. zu stehen kommt.

Wir schließen damit die ökonomische Würdigung der Wasserkraft als moderne technische Betriebskraft, nachdem wir bereits in dem zweiten Kapitel dieses Teiles die Wasserkraft alten Stiles behandelt haben. Der Unterschied besteht darin, daß es sich jetzt bei der Wiederverwertung der Wasserkraft zumeist um die Gewinnung größerer Wasserkräfte — „les grandes puissances“, wie die Franzosen sagen — und um deren Verwertung mittels elektrischer Übertragung handelt.

---

[1]) Intze, Entwickelung des Thalsperrenbaus in Rheinland und Westfalen, Vortag bei der Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Düsseldorf 1902.

[2]) Ziegler, Über die Notwendigkeit der Einbeziehung von Thalsperren in die Wasserwirtschaft und die Bildung von Genossenschaften für derartige Anlagen, Zeitschrift für Gewässerkunde 1901.

Wir sind nun in der Lage, die technischen Betriebskräfte in ökonomischer Beziehung insgesamt zu überblicken und das Ergebnis unserer Untersuchungen noch einmal zusammen zu fassen.

5. Kapitel.

Zusammenfassung.

Bei der Beschränkung, die wir uns zu Eingang dieses Kapitels hinsichtlich theoretischer Erörterungen aufgelegt haben, sind die Ergebnisse unserer technisch-ökonomischen Untersuchung hauptsächlich praktischer Art. Wenn weitere solche Untersuchungen auch für andere Länder und namentlich auch genauere Feststellungen über die ökonomische Leistungsfähigkeit der Technik in der unserem Zeitalter vorausgehenden Epoche gemacht worden sind, wird sich auch theoretisch noch mancherlei auf diesem Grenzgebiete der Technik und der Volkswirtschaft ableiten lassen. Vielleicht lassen sich Durchschnittsziffern ermitteln, durch welche das Verhältnis der technischen Grundlagen der früheren Zeit gegenüber unserem Zeitalter des Dampfes und der Elektrizität in technischer Beziehung festgestellt wird. Wenn dazu noch die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel in unserer und in früherer Zeit erforscht würde, hätten wir ziffernmäßige Feststellungen für die wichtigsten Grundlagen unserer neueren wirtschaftlichen Entwickelung, Verhältniszahlen, die sich vermutlich in anderen statistischen Zahlenreihen über unsere wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse in dem letzten Jahrhundert bemerkbar machen würden. Auch die von Henry George aufgeworfene Frage, welche Bestandteile der Produktionskosten mit der Zeit immer teuerer und welche immer billiger werden, wäre auch für die Betriebskräfte durch weiteres Eingehen auf die historischen Verhältnisse zu lösen. Dazu gehören aber, wie gesagt, noch weitere Vorarbeiten für andere Länder und Zeiten.

Aus unserem Material hat sich die schon einleitend erwähnte Entwickelungstendenz der Technik ergeben, die früher mit wenigen technischen Hilfsmitteln benützte unmittelbare Naturkraft mit neuen vollkommeneren technischen Hilfsmitteln wieder zu verwerten, da jene vor allen anderen Betriebskräften den Vorzug der Billigkeit voraus

hat. Diese Tendenz der Technik hat aber noch eine sehr vorteilhafte Nebenwirkung, indem das Bestreben, die unmittelbaren Naturkräfte als technische Betriebskräfte zu verwerten vielfach zur Beherrschung und Bändigung dieser Kräfte überhaupt beiträgt und damit gegebenenfalls der Landesmelioration oder der Sicherung unserer Kultur überhaupt dient. Die Abwehr von Schäden, welche diese Naturkräfte unserer Kultur bringen, erscheint gewissermaßen als die erste Etappe, welche ihrer Verwertung als Betriebskräfte vorausgeht, und diese letztere wirkt in der Richtung fort, daß sie weitere Schäden verhindert. Die Verwertung der Wasserkraft als Betriebskraft geht mit dem Uferschutz und der Verbauung der Wildbäche Hand in Hand, oder diese Maßnahmen gehen jener voraus. Gegen die in der Natur vorhandene Elektrizität schützen wir uns zunächst durch den Blitzableiter, bis es uns gelingen wird, auch die frei in der Natur vorkommende Elektrizität zu positiven Kulturzwecken nutzbar zu machen. Vielleicht wird sich auch bei der Flutwelle des Meeres und der Strömung des Windes die weitere Entwickelung ähnlich gestalten. Doch das sind zu weit gehende Zukunftsgedanken, die wenig praktische Bedeutung haben. Man ersieht aber daraus, welch' weite Möglichkeiten der Technik noch gegeben sind und welch' hohe Ziele immer noch der Erreichung harren. Das ergibt sich auch, wenn wir die praktischen Ergebnisse unserer Darstellung noch einmal kurz zusammenfassen.

Die einfache Verwertung der Naturkräfte, wie sie in den Windmühlen und Wassermühlen stattfindet, ist billig, hat aber die großen Mängel der Unregelmäßigkeit und der örtlichen Gebundenheit. Die Dampfkraft ist eine außerordentlich verbreitete Betriebskraft, arbeitet regelmäßig und ist nicht an bestimmte Örtlichkeiten gebunden. Allein sie erfordert bedeutende Anlage- und Betriebskosten; sie ist von der Kohlenproduktion abhängig und wird mit zunehmender Teuerung der Kohle eine immer weniger ökonomische Betriebskraft. Die Wärmeausnützung der Kohle selbst ist bei der Dampfkraft eine schlechte und diese ist schon dadurch nicht das Ideal unserer technischen Entwickelung. Außerdem ist der Betrieb gefährlich und infolge der Rauch- und Rußbelästigung ungesund. Ganze Städte und Bezirke bekommen durch diese Betriebskraft einen schmutzigen, häßlichen Charakter, der sich freilich durch die Einführung rauchverzehrender Feuerungen und durch Verteilung von Prämien an diejenigen Kessel-

wärter, welche durch sorgfältige Wartung zur Rauchverminderung beitragen, in gewissem Grade mildern läßt. Die Ökonomie dieser Betriebskraft gestaltet sich etwas besser bei großen Maschinen, während sie für Kleinmotoren versagt.

Aus diesen Gründen hat sich der Gasmotor steigende Bedeutung verschafft. Er erfordert keine Kesselwartung, ist jederzeit betriebsbereit und läßt sich innerhalb des Rayons eines Gaswerkes überall aufstellen. Er eignet sich besonders auch für intermittierenden Kraftbedarf, wofür die Dampfmaschine wenig passend ist. In Bezug auf Wärmeausnützung ist er der Dampfmaschine weit überlegen. Man muß jedoch bei diesem Vergleich zwischen Gasmotor und Dampfmaschine nicht übersehen, daß die Techniker bei Angabe des Nutzeffekts der Dampfmaschine die Ausnützung der Kohle, bei Gasmotoren, aber die Ausnützung des Leuchtgases in Betracht ziehen. Letzteres muß aber erst aus Kohle gewonnen werden und enthält selbst nur noch einen Teil der in der Kohle enthaltenen, chemisch gebundenen Energie. Würde man den Nutzeffekt des Gasmotors in Bezug auf diese letztere angeben, so erschiene sein Nutzeffekt dem der Dampfmaschine wesentlich ähnlicher. In ökonomischer Hinsicht läßt es sich aber insoferne rechtfertigen, vom fertigen Gas auszugehen, als die bei der Gaserzeugung verbleibenden Rückstände noch erheblichen Wert besitzen, der anderweitig realisiert wird. In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, größere Elektrizitätswerke mit Gasmotoren statt mit Dampfmaschinen zu versehen. Während der Gasmotor die Dampfmaschine vielfach verdrängt, hat er selbst durch die Elektrizität wenigstens nicht die große Einbuße erfahren, die man erwartete. Es hat sich, heißt es in einem Berichte der Kölner Handelskammer[1]), in Fachkreisen längst die Erkenntnis befestigt, daß es sich trotz der Anstrengungen auf seiten der Elektrizität nicht um einen Existenzkampf mit der Gasindustrie handelt, sondern um einen friedlichen Wettbewerb. Freilich ist die Gesellschaft, welche dies schreibt, an Gas- und Elektrizitätswerken zugleich interessiert. Soweit sich die günstige Beurteilung des Gasmotors auf die von einem Gaswerk betriebsfähig gemachten Motoren bezieht, darf aber nicht vergessen werden, daß der Nachteil der örtlichen Abhängigkeit auch hier zu Tage tritt, insofern Plätze und Gegenden, welche

[1]) Jahresbericht der Kölner Handelskammer für 1900, Bericht der Aktiengesellschaft für Gas und Elektrizität in Köln.

kein Gaswerk haben, solche Motoren auch nicht verwenden können. Ferner ist auch hier der Besitzer der Gasmaschine in einem Abhängigkeitsverhältnis von einem größeren Unternehmen in ähnlicher Weise, wie der Betrieb der Dampfmaschine von der Kohlenproduktion. Dazu kommt, daß die verhältnismäßige Billigkeit der an eine Centrale angeschlossenen Gasmotoren sich auch nicht direkt ökonomisch begründen läßt. Vielmehr wird das Gas zu Motorzwecken deshalb billig abgegeben, weil diese Verwendung die Gasabgabe für Beleuchtungszwecke in geeigneter Weise ergänzt, und ferner ist es Thatsache, daß die Gaswerke nur dadurch ihre Betriebskosten wirtschaftlich erträglich gestalten können, daß sie die Nebenprodukte des Koks, Teers und des Ammoniaks verwerten. Die ökonomische Grundlage für die an Gascentralen angeschlossenen Gasmotoren ist dadurch eine unsichere und schwankende. Für die Gasmotoren ohne Gascentrale kommt in Betracht, daß die Gaserzeugung im kleinen sowohl bezüglich der Anlage- wie auch der Betriebskosten zu teuer und nicht ungefährlich ist. Freilich hat man durch die neuerliche Verwendung von heizschwachen Gasen und durch die Ausnützung der Hochofengase in gewissen Fällen den Nutzen des Gasmotors erheblich vermehrt. Wenn der Betrieb aber mit einer Ortsveränderung verknüpft ist, wie bei den meisten landwirtschaftlichen Arbeiten, läßt sich der Gasmotor seltener anwenden.

Gerade für solche Arbeitsleistungen sind die von uns als Kleinmotoren im engeren Sinne bezeichneten freieren Betriebskräfte, insbesondere der Petroleummotor, von großer Bedeutung. Es ist unzweifelhaft an sich ökonomisch richtiger, für alle transportablen Maschinen, wie Lokomotiven, Lokomobilen, Motorwagen, Schiffe u. s. w., die flüssigen und für starke Wärmeausnützung geeigneten Brennstoffe, wie Petroleum, zu verwerten und die Kohlen nur für die feststehenden großindustriellen Maschinen in Anwendung zu bringen. Auch für die kleinen und mittleren Betriebe hat der Petroleummotor den Vorzug der Unabhängigkeit gegenüber dem Gasmotor eines Gaswerkes und der Billigkeit gegenüber der Dampfmaschine. Durch eine Verbilligung des Petroleums für Motorzwecke könnten diese ökonomischen Vorzüge des Petroleummotors noch wesentlich gehoben werden. Ähnliches gilt vom Spiritusmotor, dessen Hauptfehler zur Zeit noch der ist, daß der Spiritus zu teuer kommt und dessen Hauptvorzug gegenüber dem Petroleummotor der wäre, daß wir das Brennmaterial im eigenen Lande erzeugen könnten.

Der Vorzug der mit Dampfkraft verbundenen elektrischen Dynamomaschine ist vor allem in der Möglichkeit der Kraftübertragung zu suchen. Während eine Dampflokomobile in einem ungeeigneten Terrain nicht arbeiten kann, läßt sich die Elektrizität in dünnen Drähten auf weite Strecken fortleiten und an jeder Stelle in Licht, Schall, Wärme und mechanische Arbeit umsetzen, oder zur Auslösung chemischer Vorgänge verwerten. Dazu ist ihre Verwendung verhältnismäßig gefahrlos und ihre Handhabung einfach. Der Elektromotor ist unstreitig der bequemste und angenehmste von allen Motoren. Er bedarf keiner besonderen Wartung und Beaufsichtigung; für seine Installation sind keine besonderen Gebäude, keine Brunnenanlagen für Speisewasser und keine Kanalanlage für Kondensationswasser erforderlich. Durch solche Vorzüge ist der Elektromotor auch dem Gasmotor voraus. Lux stellt dies in seinem mehrfach citierten [1]), dem Vergleiche der Elektromotoren und der Gasmotoren gewidmeten Buche fest, indem er schreibt: „Einen Gasmotor läßt man oft noch laufen, wenn auch zeitweilig keine Energie benötigt wird, weil die Inbetriebsetzung eines Gasmotors doch mit einigen Unbequemlichkeiten verbunden ist. Man vergeudet also aus Bequemlichkeitsrücksichten Gas. Der Elektromotor läßt sich dagegen im Momente in Betrieb setzen. Man schaltet ihn also sofort aus, wenn man keine Kraft benötigt. Dazu aber kommt noch, daß der Elektromotor der denkbar anschmiegungsfähigste Motor ist. Sein Energieverbrauch paßt sich fast vollständig dem Energieverbrauche der angetriebenen Arbeitsmaschinen an. Die meisten Arbeitsmaschinen — Drehbänke, Bohrmaschinen, Hobelmaschinen u. s. w. — haben einen zeitweiligen Leerlauf oder nur einen intermittierenden Kraftbedarf. Selbst bei den Textilmaschinen, wo die mehr als hundertjährige Erfahrung die Arbeitsverteilung nach Möglichkeit rationell gestaltet hat, sind noch ca. 30% Leerlauf vorhanden. Bei Mischwalzen, Holzhobeln, Drückbänken, Poliermaschinen u. a. m. beträgt die durchschnittliche Belastung nur etwa ein Drittel der maximalen Vollbelastung." Diese Annehmlichkeiten des Elektromotors müssen die erhöhten Kosten ausgleichen, die bei der durch Dampfkraft erzeugten Elektrizität entstehen. Wenn man in einem großstädtischen Elektrizitätswerk die ganze Reihe von Dampfmaschinen von etwa je 3000 Pferdestärken betrachtet und die dazu gehörigen Dynamos, wenn man den riesigen Verbrauch von

[1]) Lux a. a. O.

Kohlen für diese Maschinen in Betracht zieht, die Kosten ferner für die von Blei umschlossenen Kupferdrähte, die unter der Erde weithin geführt werden, so wird man keinen Zweifel mehr haben, daß es sich hier um eine Betriebskraft mit sehr hohen Anlage- und Betriebskosten handelt. Die Nebenerzeugnisse aus der Kohlenvergasung, durch welche die Gaswerke ihren Betrieb rentabel machen, fallen weg, und der im Vergleich zu all' diesen ökonomischen Nachteilen verhältnismäßig doch nicht teuere Preis für die elektromotorische Betriebskraft ist ohne die gleichzeitige Verwendung zur elektrischen Beleuchtung und namentlich zum elektrischen Betrieb der Straßenbahnen nicht denkbar. Die Verwendung der Elektrizität in Einzelanlagen ist in großen Industrieetablissements gewiß oft ökonomisch richtig wegen der Vorteile der Kraftübertragung über das ganze Etablissement, der gleichzeitigen Verwendung zur Beleuchtung und anderen Nebenzwecken. Für mittlere oder gar kleine Betriebe sind natürlich elektromotorische Einzelanlagen gänzlich ausgeschlossen.

Daß sich die großen Vorzüge der Elektrizität als Kraftübertragungsmittel wesentlich ökonomischer entwickeln können, wenn es sich um die Verwertung einer unmittelbaren Naturkraft, also vor allem der Wasserkraft handelt und daß in dieser Vereinigung der bequemsten und vielseitigsten Kraftvermittelung, nämlich der Elektrizität, mit der billigsten Krafterzeugung, nämlich der Wasserkraft, das ökonomisch-technische Ideal einer Betriebskraft für die nächste Zukunft zu ersehen ist, haben wir eingehend dargelegt. Wie tiefeinschneidend das Moment der Billigkeit der Wasserkraft sich geltend macht, sieht man am besten daraus, daß man diese unmittelbare Naturkraft manchmal sogar mit zwei mittelbaren Naturkräften, mit Elektrizität und Dampfreserve kombiniert, um sie industriell verwertbar zu machen.

Es liegt nahe, bei dieser modernsten Betriebskraft einen Vergleich mit der Wiederaufnahme der Wasserstraßen beim Verkehrswesen zu ziehen. Wie man hier mit den Wasserstraßen das ökonomische Ziel erreichen will, daß das tkm an Fracht für alle Güter nicht mehr als 1 Pfg. kostet, so soll die hydroelektrische Betriebskraft die Forderung, die namentlich in Kleingewerbekreisen oft gestellt wurde, erfüllen und die Pferdekraftstunde zum Preise von 1 Pfg. zu liefern imstande sein. Die Grundlagen sind ja auch bei der hydroelektrischen Betriebskraft und bei dem Wasserstraßenverkehr mit

modernem Betrieb sehr ähnliche: Die Verbindung der Billigkeit der unmittelbaren Naturkraft mit der Präzision hochentwickelter technischer Betriebskraft. Vielfach soll ja auch die Betriebskraft des Wassers selbst zur Fortbewegung der Schiffe benutzt werden und es ist nicht einzusehen, warum nicht ebenso ein Schiff durch elektrische Kraftleitung gegen den Strom gezogen werden soll, wie die Eisenbahn heute schon bis zur ersten Station der Jungfraubahn mittels elektrischen Stromes, der aus der Kraft eines Wasserfalles gewonnen wird, emporgezogen wird. In einem Punkte aber wird der Vergleich günstiger für die hydroelektrische Betriebskraft. Während man nämlich, um die Vorzüge der Wasserstraße weiteren Gegenden zukommen zu lassen, ein kostspieliges und technisch vielfach schwieriges Netz von Kanälen erbauen muß, muß man bei der hydroelektrischen Betriebskraft lediglich Kupferdrähte über das Hinterland einer Wasserkraft spannen.

Durch die Fernleitung wird namentlich der Nachteil einer ungünstigen Lage für die Wasserkraft beseitigt, durch welche sie hauptsächlich der Dampfkraft nachsteht. Der Kraftverlust ist allerdings beträchtlich. Für 100 Pferdekräfte auf 10 km Entfernung sind ca. 130 am Orte der Erzeugung notwendig. Immerhin ist diese Kraftausnützung noch ökonomischer, als die Wärmeausnützung der Kohle bei der Dampfkraft, und dabei handelt es sich hier um ein kostspieliges Brennmaterial, dort um die an sich kostenlose Kraft des Wassers. Wie wir bei der Darstellung der einfachen Wasserkraft im 2. Kapitel schon erwähnt haben, entfaltet die Wasserkraft erst bei intensiver Ausnützung ihren vollen ökonomischen Vorteil der Billigkeit. Die elektrische Übertragung vermehrt die Gelegenheit zur Ausnützung der Wasserkraft und damit ihre ökonomische Bedeutung. Dazu kommt noch die Unabhängigkeit von der Kohlenproduktion und den Kohlenpreisen. Jede Schwankung in diesen, jeder Bergarbeiterstreik, jeder Wagenmangel der Eisenbahn berührt die Industrie, während die Wasserkraft von Marktverhältnissen unabhängiger erscheint. Der Nachteil der Wasserkraft ist dagegen auch bei elektrischer Übertragung die Ungleichmäßigkeit der Wasserstände und die Wintersperre, wodurch vielfach eine Dampfreserve nötig wird. Für die Ausgleichung dieser Schwankungen und für die Aufspeicherung der in den 12—14 Nachtstunden unbenutzt bleibenden Wasserkräfte sind die Akkumulatoren wichtig, aber noch zu teuer und noch mit anderen Mängeln behaftet.

Je mehr sich auf diesem Gebiete Fortschritte machen lassen und je mehr durch eine zielbewußte Wasserwirtschaft der Staatsverwaltungen die Wasserkraft gleichmäßiger und sicherer wird, je weniger dadurch die Dampfreserve nötig wird, umsomehr werden sich die großen Vorzüge der hydroelektrischen Kraft voll entfalten können. Hier bietet sich also vor allem eine wirtschaftspolitische Aufgabe bezüglich der technischen Betriebskräfte dar.

Eine weitere Aufgabe der Wirtschaftspolitik ist, die ökonomischen Bedingungen der Petroleum- und Spiritusmotoren so zu fördern, daß auch der für viele Verhältnisse notwendige kleinere und freiere Motor seine wirtschaftliche und soziale Aufgabe voll erfüllen kann.

Das sind vom ökonomisch technischen Standpunkt die wichtigsten Aufgaben einer Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskraft. Die Dampfkraft steht wohl ohnedies auf der Höhe, die sie erreichen kann; die elektrischen Centralen mit Dampfkraft und die an ein Gaswerk angeschlossenen Gasmotoren mit ihrem örtlich beschränkten Wirkungskreis sind hauptsächlich ein Gegenstand der städtischen Verwaltungspolitik und werden in gegebenen Fällen, wo Beleuchtung oder Straßenbahnbetrieb dazu kommt, auch ihre Bedeutung als technische Betriebskräfte behalten. Überhaupt hat die technisch ökonomische Würdigung ergeben, daß nicht *eine* technische Betriebskraft allen anderen überlegen ist, daß jede vielmehr ihre Vorteile und Nachteile hat, unter gewissen Verhältnissen ökonomisch, unter anderen aber unwirtschaftlich sein kann. Der Sonnenmotor kann in einem Bergwerk Kaliforniens ebenso ökonomisch sein, wie eine Heißluftmaschine in einer Gärtnerei Norddeutschlands, welche den Motor gleichzeitig als Heizungsanlage verwendet. Im Zusammenhang damit läßt sich feststellen, daß alle historisch überkommenen technischen Betriebskräfte heute noch im Zeitalter des Dampfes und der Elektrizität fortbestehen, zum Teil sogar — wie die einfache Wassermühle in großer Verbreitung — und daß noch keine derselben, nicht einmal die einfache Windmühle vollständig verdrängt ist. Es ist dies ähnlich wie bei den gewerblichen Betriebsformen, welche nach Bücher[1]) Konstatierung alle in ihrer geschichtlich überkommenen Gestalt heute noch neben den neuen Betriebsformen zu finden sind.

---

[1]) Bücher, Die gewerblichen Betriebsformen in ihrer historischen Entwickelung, Karlsruhe 1892.

II. Abschnitt.

Die technische Betriebskraft in statistischer und sozialer Beziehung.

1. Kapitel.

Geschichte und Theorie.

Für die Grundlegung einer Nationalökonomie der technischen Betriebskraft ist in statistischer Beziehung vor allem von Bedeutung das Vorhandensein der Betriebskräfte selbst. Dazu kommt die statistische Erfassung des Einflusses der technischen Betriebskräfte auf die sozialen Verhältnisse, weshalb wir die Interessen der einzelnen wirtschaftlichen Stände bezüglich der technischen Betriebskräfte darstellen und mit einigen Worten auch der verschiedenen örtlichen Interessen gedenken werden.

Die ganze Entwickelung gehört der allerneuesten Zeit an und tritt vielfach erst längere Zeit nach dem Zeitpunkte der technischen Erfindung, welchen wir für die wichtigsten Betriebskräfte im ersten Kapitel des vorigen Abschnitts mitgeteilt haben, voll zu Tage. In Deutschland und auf dem Kontinent überhaupt hat die Dampfmaschine erheblich später Verbreitung gefunden, als in England, nämlich erst nach dem Friedensjahr 1815, welches gleichzeitig wieder freien Verkehr über See ermöglichte; mit dem selbständigen Maschinenbau wurde in Deutschland erst 1820 begonnen[1]). Die erste Dampfmaschine zum Wasserheben im Bergbau wurde freilich schon im Jahre 1788 in Tarnowitz in Schlesien in Betrieb gesetzt, die zweite folgte erst im Jahre 1822 und wurde in der Berliner kgl. Porzellan-Manufaktur aufgestellt; aber erst von 1830 ab beginnt die Verwendung der Dampfkraft eine nennenswerte zu werden. Im Jahre 1837 waren nach Karmarsch[2]) in Preußen vorhanden:

---

[1]) Karmarsch a. a. O.

[2]) Karmarsch a. a. O.

	Maschinen	Pferdekräfte
Zum Wasserheben in Bergwerken .	120	5402
In Fabriken	299	4011
Auf Dampfschiffen	4	226
Lokomotiven	—	—
Zusammen:	423	9639.

Im Jahre 1852 waren vorhanden:

	Maschinen	Pferdekräfte
Zum Wasserheben in Bergwerken und in Fabriken .	2123	43070
Auf Dampfschiffen	102	9232
Lokomotiven	607	40194
Zusammen:	2832	92496[1]).

Bayern besaß im Jahre 1861[2]) eine Gesamtzahl von 889 Dampfmaschinen mit 77889 P.S., worunter 45 Schiffsmaschinen mit 13385 P.S. und 353 Lokomotiven mit 55136 P.S. mitbegriffen sind. Württemberg hatte 1841 erst eine einzige Dampfmaschine von 16 P.S.

Genaueres vergleichbares Material sowohl für Deutschland im ganzen, sowie für die Einzelstaaten, besonders Preußen, im besonderen, besitzen wir seit den 1870iger Jahren. Und dieser Periode, dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunders, gehört auch erst die volle Entwickelung der technischen Betriebskräfte an. Nach einer auf Grund der amtlichen Statistik des Königreichs Preußen gemachten Zusammenstellung in der „Statistischen Korrespondenz" waren mit Ausschluß der Dampfentwickler in der Verwaltung des Landheeres und der Marine, sowie der Lokomotiven in Preußen vorhanden:

---

[1]) Die in dem Handwörterbuch der Staatswissenschaften mitgeteilten Ziffern ergänzen diese Ziffern. Danach gab es im Jahre 1837 in Preußen 419 gewerbliche Dampfmaschinen mit 7355 P.S., 1846 war ihre Zahl 1139 mit 21716 P.S., 1855 betrug sie 3049 mit 61945 P.S., 1861: 7000 mit 142658 P.S. und 1875: 28783 mit 632067 P.S. Vergl. auch E. Engel, Das Zeitalter des Dampfes, Berlin 1880.

[2]) Für die 1860iger Jahre vgl. Statistische Übersichten der Fabriken und vorherrschend für den Großhandel beschäftigten Gewerbsanstalten, der dafür arbeitenden mechanischen Kräfte und sämtlicher Dampfmaschinen der Handels- und Transportgewerbe, sowie der Handwerker im Gebiete des Zollvereins. Berlin 1864.

Dampfkessel

am 1. Jan.	feststehende	bewegliche	auf Schiffen	im ganzen
1879	32411	5536	702	38649
1884	39646	8229	1091	48966
1885	41421	9191	1211	51823
1886	42956	10101	1312	54369
1887	44207	10891	1408	56506
1888	45575	11571	1451	58597
1889	47151	12177	1836	61164
1890	48538	12822	2046	63406
1891	49914	13769	2115	65798
1892	51470	14706	2246	68422
1893	53024	15725	1935	70684
1894	55605	14880	1934	72419
1895	57824	15637	2050	75511
1896	58945	15975	2078	76998
1897	60849	16450	2176	79475
1898	63482	17213	2267	82962
am 1. April				
1899	65889	18701	2404	86994
1900	68550	20393	2573	91516
1901	70832	21465	2630	94927

Daß die beweglichen Dampfkessel, welche in den landwirtschaftlichen Betrieben vorwiegen, im Jahre 1894 eine Verminderung aufweisen, wird von der genannten Korrespondenz darauf zurückgeführt, daß im Jahre 1893 zahlreiche bewegliche Dampfkessel (Lokomobilen) durch die Behörden als feststehende Anlagen genehmigt worden waren, weil sich ihre Wirksamkeit auf einen bestimmten Standort beschränke. Ein ähnliches Bild ergibt sich aus der Statistik der Dampfmaschine für die gleiche Zeitperiode. Es waren mit Ausnahme der seitens des Landheeres und der Kriegsmarine verwendeten und der Lokomotiven in Preußen vorhanden:

Dampfmaschinen

am 1. Jan.	feststehende	bewegliche	auf Schiffen	im ganzen
1879	29895	5442	623	35960
1884	36747	—	906	—
1885	38830	8990	1048	48868
1886	40308	9900	1114	51322
1887	41736	10619	1172	53527
1888	43370	11311	1246	55927
1889	45192	11916	1674	58782
1890	46554	12507	2007	61068

Dampfmaschinen

am 1. Jan.	feststehende	bewegliche	auf Schiffen	im ganzen
1891	48440	13402	2216	64058
1892	50491	14339	2381	67211
1893	53092	15289	1704	70085
1894	57224	14425	1726	73375
1895	60488	15168	1834	77490
1896	62611	15526	1900	80037
1897	65078	15982	2041	83101
1898	67923	16725	2115	86753
am 1. April				
1899	70813	18166	2208	91187
1900	73792	19846	2384	96022
1901	75958	20898	2440	99296

Bei den beweglichen Dampfmaschinen zeigt sich abermals eine geringe Verminderung im Jahre 1894 aus den oben mitgeteilten Gründen. Die wünschenswerte Ergänzung dieser Ziffern durch die Mitteilung der Leistungsfähigkeit dieser Dampfkessel und Maschinen gibt folgende Aufstellung. Gezählt[1]) wurden in Preußen Dampfmaschinenpferdestärken

1879	im ganzen	985193, durchschnittl.	27 P.S.
1889	„ „	1803454 „	31 „
1899	„ „	3717264 „	41 „

Auf die einzelnen Arten verteilt, ergibt die Zusammenstellung folgendes Bild:

	Feststehende Dampfmaschinen		bewegliche Dampfmaschinen		Schiffsmaschinen	
	im ganzen P.S.	durchschnittlich P.S.	im ganzen P.S.	durchschnittlich P.S.	im ganzen P.S.	durchschnittlich P.S.
1879	887780	30	47104	9	50309	81
1889	1538195	34	111070	9	154189	92
1899	3192575	45	201305	11	323384	146

Bei der Entwickelung der Betriebskräfte im Deutschen Reiche überhaupt und der Verwertung der Reichsstatistik hierüber ist zu bemerken, daß sich bei den Gewerbezählungen in den Jahren 1875 und 1882 die Motorennachweise auf die Hauptbetriebe beschränkten und daß bei der 1875iger Zählung zudem lediglich die Betriebe mit mehr als 5 Gehilfen berücksichtigt wurden[2]).

---

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Sozialwissenschaft, 1900, 3. Heft, Die Zahl der Dampfmaschinen in Preußen.

[2]) Zu den nachfolgenden Angaben über die Betriebskräfte im Deutschen Reich vgl. Statistik des Deutschen Reiches Band 111, Die berufliche und soziale

Die Ziffern von 1875, 1882 und 1895 sind also nicht exakt vergleichbar, es kann sich vielmehr nur um eine Gegenüberstellung der entsprechenden Angaben aus den 3 Zählungen handeln[1]). Diese ergibt folgendes Bild:

Motorenbetriebe mit	Zahl d. Betriebe im Jahre 1895 a)	1882 b)	1875 c)	Pferdestärken im Jahre 1895	1875
Wind	18364	18901	180	—	—
Wasser	54264	53319	6067	629065	168921
Dampf	58334	31923	18115	2715078	885582
Gas	14752	2746	611	53841	942
Heißluft	639		159	1298	305
Summa	146353	106889	25131	3399282	1055750

a) Zahl der Haupt- und Nebenbetriebe mit Motoren.

b) Zahl der Hauptbetriebe mit Motoren.

c) Zahl der Motorenbetriebe mit über 5 Gehilfen.

Da die Statistik für 1882 keine Aufnahme der Elementarbetriebskräfte nach Pferdestärken vorgesehen hatte, sondern nur die Betriebe mit Motorkraft zählte[2]), so läßt sich nur das Jahr 1875

Gliederung des Deutschen Volkes nach der Berufszählung vom 14. Juni 1895 und Band 119, Gewerbe und Handel im Deutschen Reich nach der gewerblichen Betriebszählung vom 14. Juni 1895; ferner Zahn, Hauptergebnisse der gewerblichen Betriebszählung v. 14. Juni 1895, in der Vierteljahrsschrift zur Statistik des Deutschen Reichs 1898; dann Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900; ferner den Aufsatz Zahns, Die deutsche Volkswirtschaft an der Wende des 19. Jahrhunderts, in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung vom 9. Januar 1900; Kollmann, Die gewerbliche Entfaltung im Deutschen Reich, im Jahrbuch für G. u. V. 1888 12. Heft.

[1]) Der Versuch, wenigstens mit 1882 vergleichbare Ziffern aus der Aufnahme von 1895 auszuscheiden, wird in dem citierten Buche, Die deutsche Volkswirtschaft am Ende des 19. Jahrhunderts (S. 104) gemacht.

[2]) Die Gesamtzahl derselben betrug 1882 auf 3005457 Hauptbetriebe überhaupt 109422. Dampf wurde in 39062 Betrieben, und zwar in 31923 mittels stehender Dampfmaschinen, angewendet, Wasserkraft in 53319 Betrieben, Wind in 18901, Gas oder heiße Luft in 2746 Betrieben. Von den Wind Benutzenden gehörten 18589, von den Wasser Benutzenden 33527 der Industrie der Nahrungs- und Genußmittel, d. h. hauptsächlich der Müllerei an. Auch steht diese Industriegruppe noch obenan (mit 11751) unter den Dampf verwendenden Betrieben. Die Gesamtzahl der Personen, die in den Motorenbetrieben beschäftigt waren, betrug 1924672 unter 7340789 überhaupt in gewerblichen Hauptbetrieben beschäftigten. In den Gewerben also waren etwa 26% der Erwerbsthätigen auf die Benutzung von Motoren irgend welcher Art angewiesen, und in der Landwirtschaft ist die entsprechende Verhältniszahl ganz unbedeutend. Die größte Zahl von Beschäftigten in Motorenbetrieben findet sich in der Textilindustrie (411648), dann folgen Bergbau-, Hütten- und Salinenbetriebe mit 400775, die Industrie der

in diesem für unseren Zweck wichtigen Punkte dem Jahre 1895 gegenüberstellen. Dabei ergibt sich, daß die Zahl der Pferdestärken der Elementarkraftmaschinen von 1875 bis 1895 um 222% zugenommen hat, wobei nochmals betont werden muß, daß die betreffenden Ziffern nicht vollständig vergleichbar sind. Eine Ausscheidung der vergleichbaren Betriebe aus den beiden Zählungen ergibt eine Zunahme der Pferdestärken von 1875 bis 1895 um 178,3%[1]). Speziell die Zahl der Dampfkessel im Deutschen Reiche hat sich von 1879 bis 1899 mehr als verdoppelt.

Ein weiterer Gradmesser für die Entwickelung der technischen Betriebskraft in der neuesten Zeit ist die Erzeugung und der Verbrauch der notwendigen Hilfsstoffe, also insbesondere der Kohlen. Gewiß hat auch der Verbrauch von Kohlen für andere als Industriezwecke, also besonders für den Hausbrand, beträchtlich zugenommen, und es ist deshalb nicht die ganze Zunahme der Kohlenförderung für die Entwickelung der industriellen Betriebskraft in Anspruch zu nehmen. „Allein jener von der Menschenzahl abhängige Mehrbedarf," sagt Karmarsch[2]), „ist so verschwindend klein gegenüber der Gesamtzunahme, daß durch Vernachlässigung desselben das aus unseren Zahlen hervorgehende Bild nicht merklich unrichtig wird, und zwar um so mehr, als die potenzierte Steigerung des Steinkohlenverbrauchs gänzlich einem Zeitraume von wenigen Jahrzehnten angehört, währenddessen die Bevölkerungszahlen nur in einem höchst untergeordneten (wenn auch an sich beträchtlichen) Verhältnisse gewachsen sind." Wie die Verwendung der technischen Betriebskraft selbst beginnt auch die der Kohle als Hilfsstoff derselben erheblich früher in England als bei uns in Deutschland. In ganz Großbritannien sollen[3]) im Jahre 1814 an Steinkohlen schon 152406000 Ztr. gefördert worden sein. In den nächsten Jahrzehnten stieg die Förderung wie folgt:

1854	1313971400 Ztr.
1868	2095910820 Ztr.

Nahrungs- und Genußmittel mit 286216, Maschinenbau und Anfertigung von Instrumenten und Apparaten mit 204259, sonstige Eisenverarbeitung mit 100955. Der Eisenbahn- sowie auch der Post- und Telegraphenbetrieb ist in diese Zählung nicht mit eingeschlossen.

[1]) Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

[2]) Karmarsch a. a. O.

[3]) Karmarsch a. a. O.

In 54 Jahren ist also die Kohlenausbeute im Verhältnisse von $1:13^1/_4$ gestiegen. In Deutschland kam die Steinkohle als Ersatzstoff für die abnehmenden Holzvorräte gelegentlich schon seit Jahrhunderten in Betracht. Die Steinkohle von Freiberg i/S. ist schon seit 1559 bekannt. Eine Reihe von Landesverordnungen im 18. Jahrhundert empfahl den Steinkohlenbrand an Stelle des Holz- und Holzkohlenbrandes im Hinblicke auf die Holzteuerung. Eine ausgiebige Förderung von Steinkohle zu industriellen Zwecken beginnt aber in Deutschland erst im 3. und 4. Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts. Im Königreiche Preußen[1]) betrug die Steinkohlenförderung in der ersten Zeit der Entwickelung

1831 27 086 040 Ztr.

Die Gewichtsangaben sind hier als deutsche Zentner von 50 kg und deutsche Pfunde von 500 g zu verstehen. Die Förderung im Jahre 1868 betrug 454 630 648 Ztr., mit Einschluß der 1866 neu hinzugekommenen Provinzen, deren Erträgnis jedoch gegen das Übrige nicht von großer Bedeutung ist. Außerdem sind an Braunkohlen gewonnen worden:

1867	. . . . .	110 277 562 Ztr.
1868	. . . . .	112 046 463 „
und 1869	. . . . .	120 293 754 „

Gleichen Schritt mit der Entwickelung in den kontinentalen Staaten Europas halten die Vereinigten Staaten von Nordamerika, woselbst wir als Förderung an Steinkohle und Anthracit für das Jahr

1845	. . . . .	56 000 000 Ztr.
1866	. . . . .	528 340 800 „

angegeben finden; an Steinkohlen allein wurden gefördert

1845	. . . . .	51 000 000 Ztr.
1858	. . . . .	298 427 610 „
und 1866	. . . . .	444 328 435 „[2])

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zeigt die deutsche Kohlenförderung eine stetig wachsende, zu erstaunlicher Höhe gelangende Entwickelung. Innerhalb des Zollgebietes[3]) wurden erzeugt:

[1]) Vgl. Karmarsch a. a. O. und Meidinger, Deutschlands Eisen- und Steinkohlenproduktion der Neuzeit, Gotha 1857.

[2]) Karmarsch a. a. O.

[3]) Hückinghaus, Die Verstaatlichung des Steinkohlenbergbaues, Jena 1892.

	Millionen Tonnen		Millionen Tonnen
1850	5,168	1880	41,973
1860	12,347	und 1889	67,342
1870	26,397		

Steinkohlen; von der letztgenannten Zahl entfallen 61,436 Millionen Tonnen auf Preußen, 4,234 auf Sachsen und 1,670 Millionen Tonnen auf das übrige Deutschland. Im Steinkohlenbergbau Deutschlands waren beschäftigt:

	Arbeiter		Arbeiter
1850	38514	1880	188799
1860	83154	1889	239954
1870	124961		

von letzteren 212382 in Preußen. Mit der großen Zunahme der Förderung wuchs die Vertiefung des Abbaues der deutschen Kohlenlager. 1858 maß der tiefste Schacht 300, 1882 schon 600 m. Für die wichtigeren Kohlenbezirke in Norddeutschland hat die preußische Regierung in ihrer Denkschrift zur Begründung des Mittellandkanals[1]) eine interessante Statistik veröffentlicht. Danach betrug die Kohlenförderung im Ruhrgebiete

im Jahre	rund	bei einer Belegschaft von rund
1840	1000000 t	9000 Mann
1850	2000000 t	13000 „
1860	4000000 t	29000 „
1864	8000000 t	39000 „
1870	12000000 t	51000 „
1874	16000000 t	84000 „
1880	22000000 t	80000 „
1884	28000000 t	101000 „
1890	35000000 t	128000 „
1892	37000000 t	144000 „
1894	41000000 t	153000 „
1895	41000000 t	155000 „
1896	45000000 t	162000 „
1897	48000000 t	176000 „
1898	51000000 t	192000 „
1899	55000000 t	205000 „

Hervorzuheben ist, daß die Kohlenförderung seit dem Jahre 1892 bis 1899, also in 7 Jahren um 18 Millionen Tonnen oder rund 49 % gestiegen ist. Eine Zusammenfassung des rheinischen,

[1]) Vgl. Gesetzentwurf, Beilage 23 der stenographischen Protokolle des Abgeordnetenhauses, 1900/01.

sächsischen und schlesischen Kohlenerzeugungsgebietes ergibt folgendes Bild. Es wurden an Kohlen erzeugt:

	im Jahre 1864	im Jahre 1894	im Jahre 1898
im Ruhrgebiete, Steinkohlen	8000000 t	40700000 t	51000000 t
in Niederschlesien, Steinkohlen	1100000 t	3700000 t	4400000 t
in Oberschlesien, Steinkohlen	3900000 t	17200000 t	22500000 t
im Braunkohlen-Gebiet der Provinzen Sachsen, Brandenburg, ferner in Anhalt und Braunschweig, Braunkohlen	4900000 t	17500000 t	22300000 t

Zur Ergänzung dieser Ziffern über die Kohlenförderung diene noch die Thatsache, daß der Wert der deutschen Kohlenförderungen von 76 Millionen Mk. im Jahre 1858 auf 538 Millionen Mk. im Jahre 1895 gestiegen ist. Der Verbrauch an Kohle auf den Kopf der Bevölkerung im Deutschen Reiche stieg von 1128 Kilo im Jahre 1875 auf 1956 Kilo im Jahre 1894.

Daß die Kohlenförderung infolge der weitaus überwiegenden Verwendung der Kohle für die technische Betriebskraft mit der allgemeinen industriellen Entwickelung steigt und fällt, ist eine bekannte Thatsache, die sich in der ganzen neueren Epoche der industriellen Entwickelung in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts verfolgen läßt. Die Entwickelung der Kohlenförderung spiegelt, wie Juraschek[1]) in seinen Übersichten der Weltwirtschaft darlegt, die ganze wirtschaftliche Entwickelung der neueren Zeit wieder; denn es hat die Kohlenproduktion von 1860 bis 1866 entsprechend der normalen Entwickelung durchschnittlich um je 8 Millionen Tonnen und von 1866 bis 1872 schon in rascherem Tempo um je 12 Millionen Tonnen pro Jahr zugenommen; 1873, zusammenhängend mit der Überspekulation, stieg sie in einem Sprunge um 16 resp. 20 Millionen Tonnen, fiel aber im Jahre 1874 um 5—6 Millionen. In den drei Jahren 1875, 1876 und 1877 tritt eine fast regelmäßige Zunahme ein, welche man durch den Übergang der Haushaltungen von der Holz- zur Kohlenfeuerung in den Zeiten der Einschränkung aller Budgets erklärt. Das Jahr 1878 zeigte wieder die Stagnation. Von 1879 bis 1883 manifestiert sich die rasche Neubelebung durch die bedeutende Steigerung der Kohlenproduktion um jährlich 22 Millionen Tonnen im Durchschnitte.

[1]) Übersichten der Weltwirtschaft, Jahrgang 1885—1889; 8. Lieferung, Berlin 1889.

So stellt sich die Entwickelung der technischen Betriebskräfte geschichtlich als ein Produkt der neuesten Zeit dar. In den nachfolgenden Kapiteln soll nun der Zustand dieser wichtigen Grundlagen der Produktion in der Gegenwart und zwar speziell in Deutschland dargelegt werden, zunächst allgemein, dann nach Ständen[1]). Indem wir das Interesse, welches die einzelnen Stände der Industrie, der Lohnarbeit, des Handwerks und der Landwirtschaft an der technischen Betriebskraft nehmen, statistisch feststellen, beschränken wir uns nicht bloß auf die Ziffern, sondern suchen dieselben auch kritisch zu beleuchten. Eine Kritik setzt aber Gesichtspunkte voraus, und da wollen wir gleich feststellen, daß wir in ökonomischen Fragen den ökonomischen Gesichtspunkt zur Geltung bringen werden. Dies gilt z. B. von der Erhaltung des gewerblichen Kleinbetriebs. Es liegt uns ferne, andere politische, psychologische und ethische Motive, wie sie meist in diesen und ähnlichen Fragen geltend gemacht werden, gering zu schätzen. Wir haben aber auch sonst in unserer ganzen Darstellung uns bemüht, bei den aus unserem Stoff sich ergebenden Gesichtspunkten zu bleiben und allgemeine theoretische Gedanken möglichst wenig in den Stoff hineinzutragen. Die ethischen Motive, die für die Erhaltung des Kleinbetriebs geltend gemacht werden, die Zusammenhaltung des Familienlebens, die bessere Kinderzucht, die Bewahrung vor schlechter Gesinnung, welche die Berührung mit zahlreichen anderen Arbeitern in der Fabrik mit sich bringt u. s. w., können unter Umständen als erfreuliches Ergebnis einer zu positiven Resultaten gelangenden ökonomischen Würdigung beigefügt werden. Das Gleiche gilt aber nicht bloß von solchen sondern auch von anderen Gesichtspunkten, so von dem Grundsatze, daß man den Kleinbetrieb erhalten solle, um eine Mittelstufe zwischen den Lohnarbeitern und den großen Unternehmern zu haben und die Verschärfung der wirtschaftlichen Gegensätze zu vermeiden. Dieser Gesichtspunkt ist gewiß sozialpolitisch bemerkenswert. Es sind aus dem Kleinbetrieb zahlreiche Unternehmer des Großbetriebes hervorgegangen, früher schon Verleger in der Hausindustrie und in der neueren Zeit viele Fabrikbesitzer. Es ist sicher ein wün-

[1]) Wir berücksichtigen dabei nur die großen Gruppen der Industrie und der Lohnarbeit, des Gewerbes und der Landwirtschaft und ziehen die sonstigen Verwendungen der technischen Betriebskräfte, wie zu wissenschaftlichen und militärischen Zwecken, Krankenhäusern, Theaterbetrieb u. s. w. nicht in Betracht.

schenswerter Zustand, daß der Aufbau unserer wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse derart sei, daß er den Tüchtigen eine Stufenleiter zum Aufwärtssteigen darbietet. Dieses Moment verliert aber sofort die Bedeutung als Vorteil des Kleinbetriebs, sowie nachgewiesen wird, daß auch die Entwickelung zum Großbetriebe einen neuen Mittelstand schafft, der auch wieder eine Stufenleiter zum Aufsteigen bedeutet. Dies ist thatsächlich der Fall infolge des neuen Standes von höheren in der Industrie, dem Handel und Verkehr und in der Landwirtschaft angestellten Beamten und sonstigen Betriebsarbeitern in leitenden Stellungen, deren Gehalt meist erheblich höher ist, als der Verdienst sehr zahlreicher Handwerker[1]).

Es muß also die ökonomische Würdigung, ob der Kleinbetrieb in einem gegebenen Falle existenzfähig ist, den Ausschlag geben. Damit kommt man aber zu der Konsequenz, daß man den technischen Fortschritt, so weit er ökonomisch ist, nicht aufhalten und wirtschaftlich unhaltbare Verhältnisse nicht auf die Dauer zu erhalten sich bestreben soll. Wenn anders die Nationalökonomie eine Wissenschaft darstellt, dann hat sie das Recht, zu beanspruchen, daß auch ihre Resultate in der Weltanschauung und Politik, für welche gewiß auch noch andere Erkenntnisgebiete die Gesichtspunkte liefern werden, sich geltend machen, nicht mit der Übertreibung des früheren ökonomischen Liberalismus, der noch dazu wenig positiv erwiesene Resultate zu bieten hatte, sondern mit der ruhigen Bestimmtheit einer Wissenschaft, die sich selbst gefunden hat.

Damit soll nicht gesagt sein, daß die moderne technische Entwickelung nur nationalökonomisch betrachtet werden soll. Der ökonomische Gesichtspunkt soll nur vorherrschen in ökonomischen Fragen. Aber auch die Theorie der Gesellschaft muß sich mit den Thatsachen der neuesten technischen Entwickelung auseinandersetzen. Millionen von technischen Betriebskräften arbeiten Tag und Nacht an allen Orten der Erde. Jeder, der als denkender Mensch durch's Leben geht und nach dem Warum und Wohin fragt, wird auf seiner Wanderung stehen bleiben und sich sagen: „Was ist hier im Werke?“ Mag

[1]) Vgl. Böttger, Vom alten und neuen Mittelstand. Danach stellt zu diesem neuen Mittelstand mit einem Einkommen von 1800—8000 Mk. die Industriearbeiterschaft (Werkmeister, gelernte Arbeiter, Vorarbeiter u. s. w.) bereits einen Prozentsatz von 28,3 %. Das ganze Handwerk dagegen stellt nur rund 10 % zu dieser Einkommensgruppe.

man die materialistische Geschichtsauffassung noch so sehr ablehnen, das läßt sich nicht leugnen, daß die Millionen von industriellen Betriebskräften, an einer gänzlichen Umgestaltung der menschlichen Gesellschaft arbeiten. Es ist nicht gleich, ob wir in einem Fahrzeug mit 1 Pferdekraft oder mit einer Lokomotive von 1000 P.S. auf einem Wege uns fortbewegen und ebenso ist es für die gesellschaftliche Entwickelung bestimmend, daß heute eine tausendfach höhere Kraft wie vor 100 Jahren die menschliche Arbeit unterstützt. Bei der sozial-philosophischen Würdigung dieser Thatsachen kommt man in das Gebiet der Hypothesen und Probleme, welche je nach der Weltanschauung verschieden gelöst werden.

Es seien hier die Hauptrichtungen erwähnt, die zu allgemeinerer Bedeutung gelangt sind. Der überschwengliche Optimismus früherer Jahrzehnte, welcher nur die guten Seiten der neueren technischen Entwickelung und des wirtschaftlichen Industrialismus sah und verherrlichte, kann als eine überwundene Periode in der Geschichte der neueren Zeit gelten. Der Gedanke, daß die Technik zwar zu immer größerer Freiheit des Menschen von äußeren Bedingungen, aber vielfach auch zu größerer Abhängigkeit der Menschen von einander führt, trat immer mehr ins Bewußtsein der neueren Zeit und der anfängliche technologische Optimismus endigte schließlich im sozialen Pessimismus mit seiner Verzweiflung an der gegenwärtigen Gesellschaftsordnung. Mancher aber suchte einen Ausweg aus diesen Gegensätzen und setzte an die Stelle überschwenglichen Glaubens und mutlosen Verzweifelns die auf Thatsachen der Gegenwart sich gründende Hoffnung.

Diese neuere Richtung des Optimismus hält sich von den Oberflächlichkeiten der ähnlichen früheren Richtung frei, wobei sie sich auch auf wirkliche technische Studien zu gründen sucht und nicht bloß mit einem allgemeinen, nebelhaften Begriff von „Technik“ operiert. Sie hat ihren Anhang abgesehen von Nationalökonomen besonders bei den Technikern selbst, Naturwissenschaftlern und Künstlern. Zugegeben wird dabei, daß die Verteilungsidee gegenüber der reinen Fortschrittsidee, also gerade die durch die Technik geschaffenen Abhängigkeitsverhältnisse sich Beachtung verschaffen müssen, nicht zugegeben wird aber, daß der auf der Grundlage der bisherigen Gesellschaftsordnung sich vollziehende Fortschritt zu unterdrücken wäre, vielmehr soll gerade der technische Fortschritt in den Dienst der sozialen Idee gestellt und dahin gelenkt werden, daß auch die unteren Klassen in

den Besitz und Genuß der modernen Kulturgüter gesetzt und dadurch wieder für den sozialen Frieden gewonnen werden.

Übertreibung ist natürlich auch bei dieser Richtung nicht ausgeschlossen und schadet ihr. Die einen erblicken den Weg zu ihrem Ziele in der gänzlichen Umgestaltung unserer Produktion, welche sich nur auf allgemein nützliche und notwendige, nach Ruskin sogar bloß auf schöne Gegenstände richten solle, die anderen hoffen auf eine so hohe Entwickelung der Technik, daß die Produktion überhaupt fast nichts mehr kostet und damit die soziale Frage gelöst ist. So sucht Björnson in seinem Drama: „Über unsere Kraft" die soziale Frage zu lösen, indem er die Entwickelung der Technik als einziges Mittel gegen die zunehmende „Volksverzweifelung" empfiehlt. Die Worte stellen sich als ein Vermächtnis Holgers, des Helden in dem 2. Teile der Dichtung dar, werden aber von dem Dichter vorsichtig dem Kinde Credo, welches schon mit seinem symbolischen Namen solche weite Ausblicke decken kann, in den Mund gelegt. Die Menschen sollen glücklicher gemacht werden, sagt Credo am Schlusse der Dichtung, indem das Leben um soviel billiger und leichter gemacht wird. „Und wenn man Kleider aus Blättern und Gras machen und Seide ohne Seidenraupen, Wolle ohne Schafe herstellen kann, wenn die Häuser zwanzigmal so billig erbaut und ohne alle Kosten erwärmt werden können, — — Wenn wir herausgebracht haben, wie man Felsmassen fast ebenso billig durchbohren kann wie Erde, und wenn wir Schienen aus billigerem Material als Eisen besitzen, und wenn wir das Eisen leichter gewinnen können als jetzt, und wenn wir eine Treibkraft haben, die fast nichts kostet, — dann werden die Eisenbahnen zu Straßen; alle verkehren dort frei. Dann gibt es gleichsam keine Entfernung mehr."

Dieser zu weit gehenden sozialpolitischen Ausdeutung der technischen Entwickelung gegenüber dürften einige einschränkende, kritische Bemerkungen am Platze sein. Richtig ist, daß die Entwickelung der Technik nicht bloß für die Grenzen des wirtschaftlichen Fortschreitens, sondern auch für die Verwirklichung der Verteilungsidee von großer Bedeutung sind. Falsch ist es aber, von der Weiterentwickelung der Technik, insbesondere der modernen Elektrizität nach den eben genannten beiden Richtungen einen geradezu grenzenlosen Fortschritt zu erhoffen. Denn man darf nicht vergessen, daß diese neuen oder noch zu erwartenden technischen Fortschritte

doch nur die Bedeutung haben, die technischen Grundlagen unseres Zeitalters weiter auszubauen, während zu Anfang des vorigen Jahrhunderts eine ganz neue technische Grundlage und damit auch eine gesellschaftliche Umwälzung in Frage stand. Jede neue Verbesserung, sei es der Arbeitsmaschine oder des Motors, werden sich in erster Linie die derzeitigen Besitzer von Maschinen und Motoren zu Nutzen machen und damit ihre soziale Position verstärken. Die Vorstellung, nach welcher die technische Entwickelung eine solche Vollkommenheit erreicht, daß das Kapital in der Produktion gar keine Rolle mehr spielt, muß doch als utopisch bezeichnet werden. Wie aber dann eine Lösung des sozialen Problems, die Überwindung des immer größer werdenden Gegensatzes zwischen Milliardären einerseits und Vermögenslosen andererseits, zu stande kommen soll, ist nicht ersichtlich. Auch die Verbilligung der Waren durch die weitere technische Entwickelung, insbesondere der technischen Betriebskraft, ist dadurch begrenzt, daß die letztere doch nur für einen Teil der Produktionskosten der Waren ausschlaggebend ist und nur innerhalb dieses Spielraums nach der Richtung einer Verbilligung der Ware wirken kann.

Wenn man aber auch die weitgehendsten Hoffnungen bezüglich der sozialpolitischen Wirkungen der Technik und besonders der technischen Betriebskraft nicht zu teilen vermag und eine neue Umwälzung oder auch Wiedereinrichtung der gesellschaftlichen Umwälzung nach Art der mächtigen Wirkungen der Technik in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nicht erwartet, so bleiben doch auch in unserer Zeit noch genug wirtschafts- und sozialpolitische Aufgaben bezüglich der technischen Betriebskraft zu lösen. Zu diesem Behufe haben wir in dieser Grundlegung zu einer Nationalökonomie der technischen Betriebskraft — ebenso wie wir im ersten Abschnitt den ökonomischen Wert und die Entwickelungstendenzen dieser wichtigsten Gruppe der Technik zu ermitteln suchten — des weiteren nun die ökonomischen Interessen der einzelnen Stände an den technischen Betriebskräften und die Entwickelungstendenzen in den sozialen Wirkungen dieser technischen Produktionsmittel darzustellen. Die Zahl der Interessenten der technischen Betriebskraft ist in unserer Zeit geradezu enorm; viele Interessentengruppen erwarten sich, wenn auch keine totale Umwälzung ihrer Verhältnisse, so doch neue, wesentliche Förderungen und wenn auch nicht die soziale Frage, so ist doch für manche soziale Fragen der Gegenwart die Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskraft von Bedeutung.

Nur mit solchen nicht auf utopische, sondern auf praktisch erreichbare Fortschritte gerichteten Absichten gehen wir an die Bearbeitung unseres Stoffes in sozialer und statistischer Beziehung, dabei stets im Auge behaltend, daß die technischen Betriebskräfte unserer Zeit unbestreitbar die Tendenz einer gewaltigen, die Verhältnisse umgestaltenden Expansivkraft in sich tragen. Wie aber bei einer technischen Betriebskraft im einzelnen den Individuen gegenüber, welche mit ihr zu thun haben, Vorsichtsmaßregeln notwendig sind und auch stets vorgeschrieben werden, so ist auch gegenüber der Summe aller technischen Betriebskräfte in ihren Beziehungen zur Gesellschaft im ganzen Vorsicht geboten. Was dort Sache der Polizeivorschrift ist, hat hier die Sozialpolitik zu leisten.

Wir werden sehen, daß die Umgestaltung der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse zwar unbestreitbar zu erkennen ist, daß sie sich aber doch langsamer vollzieht, als man vielleicht glauben möchte, daß der Schaden, den die technische Betriebskraft auf den ersten Blick zahlreichen Interessen zu bringen scheint, vielfach durch Vorteile ausgeglichen oder in einen Vorteil umgewandelt wird. Und schließlich werden wir aus der Thatsache, daß die zur Notwendigkeit gewordene Verwendung technischer Betriebskräfte im großen Maßstabe die Überlegenheit des Kapitals und damit den Gegensatz von Reichtum und Armut zu fördern geeignet ist, den Schluß ziehen, daß diejenigen technischen Betriebskräfte sozialpolitisch die größte Beachtung des Staates verdienen, bei welchen die Anlage- und Betriebskosten möglichst gering sind, und bei welchen der Staat entweder selbst noch in großem Umfange ein Eigentumsrecht hat, oder doch auf Verwaltung und Betrieb sich Einfluß vorbehalten kann.

2. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte im Deutschen Reich.

Auf Grund der Gewerbezählung und der landwirtschaftlichen Betriebszählung vom 14. Juni 1895 sind wir in der Lage[1]) eine statistische Übersicht über die Verwendung der technischen Betriebskraft in der Industrie, im Handwerk und in der Landwirtschaft des

[1]) Wir benützen dabei die oben bereits citierten reichsstatistischen Veröffentlichungen und die Bearbeitungen der Reichsstatistik von Zahn.

Deutschen Reiches zu geben und daran eine kritische Würdigung der Interessen dieser drei Berufsgruppen an der technischen Betriebskraft, wozu noch die Interessen der Lohnarbeiter kommen, zu knüpfen. Die technische Betriebskraft des Verkehrs spielt in diese statistische Übersicht insoferne herein, als die Gewerbestatistik auch eine Gruppe „Handelsgewerbe" und eine Gruppe „Verkehrsgewerbe" enthält, deren Verwendung von Betriebskräften bei der allgemeinen Zusammenfassung des Begriffes „gewerbliche Betriebskraft" mitgerechnet ist. Außerdem spielen technische Betriebskräfte für Transportzwecke noch in der Industrie der Steine und Erden und in dem Gewerbe der Fischerei eine gewisse Rolle. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Betriebskraft für Dampfschiffe und Segelschiffe, also Dampfkraft und Windmotor. Insgesamt wurden an Motorbetrieben des Handels und Verkehrs 21780 gezählt, d. i. 13,3 % der Gesamtzahl, während die Gesamtsumme ihrer Pferdestärken 67981 betrug, d. i. 2 % der gesamten Betriebskraft. In den Abteilungen „Handelsgewerbe und Verkehrsgewerbe" sind die Betriebskräfte für Dampfschiffe und Segelschiffe überwiegend, es sind aber auch Betriebe mit Elektrizität und Gasmotoren vorhanden. Von der technischen Betriebskraft der Dampfschiffe und Segelschiffe kommen 83,1 % auf die Gruppe Verkehrsgewerbe und 12,8 % auf die Gruppe Fischerei. Die beim Handelsgewerbe gezählten 474 Betriebe mit technischen Betriebskräften zu Verkehrszwecken sind Getreide-, Kohlen-, Holz-, Stein- und Cement-Handelsbetriebe. Die 114 Betriebe, welche in der Industrie der Steine und Erden vorkommen, lassen Kies, Sand, Steine, Ziegel u. s. w., die sie gewinnen bezw. produzieren, auf Kähne ꝛc. verladen und durch Schleppdampfer weiter befördern, zu einem Teil geschieht diese Verfrachtung durch Segelschiffe. Diese Feststellung über die dem Verkehrswesen dienenden technischen Betriebskräfte glauben wir vor allem machen zu müssen, da wir in unserer ganzen Darstellung uns auf die der Produktion direkt dienende Betriebskraft beschränkt und das Verkehrswesen überhaupt ausgeschieden haben. Es sind auch nur kleine Teile der im Verkehrswesen vorhandenen Betriebskräfte, die unter die Gewerbestatistik fallen, denn es sind in dieser nicht berücksichtigt die ausschlaggebenden Betriebskräfte für den Eisenbahnbetrieb und für andere öffentliche, nicht gewerbsmäßig betriebene Anstalten und die Summe der Betriebskräfte für die Deutschen Kauffahrteidampfer, die Fluß-, Haff- und Küstendampfer. Mit

dieser Einschränkung und mit dem Hinweis auf die später noch folgende Feststellung der in der Landwirtschaft vorhandenen technischen Betriebskräfte, sind wir nun in der Lage, zunächst die Summe der im Deutschen Reiche für Industrie und Handwerk zusammen vorhandenen technischen Betriebskräfte, welche die Reichsstatistik unter dem Begriffe „gewerbliche Betriebskräfte" zusammenfaßt, mitzuteilen.

Die Gewerbezählung von 1895 zählte 3,6 Millionen Betriebe, bezw. 3,1 Millionen Hauptbetriebe, wovon 164 483 sich motorischer Kraft bedienten. Für diese wurde eine Gesamtleistung von 3,4 Millionen P.S. ermittelt, während in diesen Betrieben 10,3 Millionen menschliche Kräfte thätig sind. Die 3,4 Millionen P.S. stellen die wirkliche Leistung, welche die im Gewerbe verwendeten Elementarkräfte bei regelmäßigem Betrieb thatsächlich vollbringen, nicht etwa deren mögliche Leistungsfähigkeit dar. Die letztere würde, wie Zahn hervorhebt, natürlich noch viel größer erscheinen, indem die Kraft der Maschine beim Fabrikbetriebe ja nur selten, und da nur zum Zwecke des Versuchs bezw. der Erprobung der Maschine, voll ausgenützt wird. In der oben citierten reichsstatistischen Litteratur wird auch eine Schätzung der menschlichen Arbeitskraft, welche der motorischen Kraft entsprechen würde, versucht. Wenn man von dem Qualitätsunterschied, der durch Ermüdung eintritt, absieht und die mechanische Pferdestärke gleich 3 lebendigen Pferden und die Muskelkraft eines Pferdes gleich der von 8 Männern setzt, dann stellen die ca. 3,4 Millionen im deutschen Gewerbe verwendeten Pferdestärken die Arbeit von 82 108 056 Personen dar; rechnet man, so heißt es in dieser Schätzung weiter, zu dieser Zahl noch die thatsächlich im Gewerbe thätigen 10 269 269 Personen, so ergibt sich, daß, wenn das Gewerbe ausschließlich mit menschlicher Kraft betrieben werden könnte und sollte, nicht weniger als 92 377 925 arbeitsfähige Menschen hierzu erforderlich wären.

Zu dem Ergebnis, daß auf 3,1 Millionen Hauptbetriebe nur 164 483 Motorenbetriebe fallen, daß also im Durchschnitt nur 4,5 Motorenbetriebe auf 100 Gewerbebetriebe treffen, gibt Zahn[1]) die Erklärung, daß unter den 3,6 Millionen Gewerbebetrieben nicht weniger als 2,1 Millionen Alleinbetriebe enthalten sind, ferner daß manche stark verbreiteten Gewerbe ihrer Natur nach überhaupt nicht oder nur vereinzelt und unter besonderen Verhältnissen in der Lage

[1]) Zahn in dem oben citierten Aufsatze des Vierteljahrsheftes zur Statistik des Deutschen Reichs 1898.

sind, die Elementarkräfte sich dienstbar zu machen. Namentlich gilt dies von den handelsgewerblichen Betrieben, die denn auch nur zu 1,9 % Motoren verwenden. Läßt man die Alleinbetriebe außer Betracht, führt Zahn weiter aus, und beschränkt den Vergleich auf die Gehilfenbetriebe, so erhöhen sich natürlich die vorgenannten Prozentsätze; statt 4,5 sind es dann 11,1 Motorenbetriebe, die auf 100 Betriebe sich berechnen, für die eigentliche Industrie stellt sich diese Zahl auf 14,9, in der Industrie der Leuchtstoffe sogar auf 44,2 %. Wenn man vom einzelnen Betriebe ausgeht, so kommt man zu dem Ergebnis, daß durchschnittlich in einem Betriebe 2,8 Personen und 0,9 P.S. arbeiten. Im ganzen entfallen durchschnittlich im Gesamtgewerbe 33,3 P.S. auf 100 gewerbthätige Personen.

Über den Anteil der einzelnen Arten der technischen Betriebskräfte an der gesamten gewerblichen Betriebskraft des Deutschen Reichs, also an der Summe von 164000 Motorbetrieben, ergibt sich nach unseren Quellen[1]) folgendes. Es wurden gezählt:

Betriebe mit	Fälle, in denen Betriebe mit Motoren arbeiten	Verwendete Pferdestärken	Im Vergleich zur Gesamtzahl der Betriebe überhaupt kommen die vorgenannten Betriebe vor in %		Von 100 P.S. entfallen auf die einzelnen Arten von Motorenbetrieben P.S.	Auf 1 Betrieb mit Wasser-, Dampf-, Gas-, anderer Kraft kommen P.S.
			der Betriebe überhaupt	der Motorenbetriebe		
Wind	18364	—	0,50	10,35	—	—
Wasser	54264	629065	1,48	30,57	18,4	11,6
Dampf	58334	2715078	1,59	32,86	79,4	46,5
Gas	14752	53841	0,40	8,31	1,6	3,6
Petroleum . .	2083	7249	0,06	1,17	0,2	3,5
Benzin, Äther	1254	3501	0,03	0,71	0,1	2,8
Heißluft	639	1298	0,02	0,36	0,0	2,0
Druckluft . . .	323	11162	0,01	0,18	0,3	34,6
Elektrizität[2]) .	2245	—	0,06	1,27	—	—
Dampfkesseln ohne Kraftübertragung[3])						
Dampffässern .	6983	—	0,19	3,93	—	—
Dampf- und Segelschiffen .	18258	—	0,50	10,29	—	—
Summe obiger Zahlen	177499	3421194	4,85	100	100	26,0
Sämtliche Motorenbetriebe.	164290	3421194	4,5	—	—	—

[1]) Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

[2]) Auch elektrische Kraftübertragung.

[3]) Kessel mit gespannten Dämpfen.

Die Gesamtsumme erscheint etwas höher, weil der Betrieb, der verschiedene Kräfte verwendet, bei jeder solchen Kraft in Ansatz gebracht ist. Man ersieht aus der Tabelle das Überwiegen der Dampfkraft und der Wasserkraft gegenüber den anderen Betriebskräften. Dabei ist aber zu beachten, daß die sehr zahlreichen Motoren in den Werkstätten, welche bereits als Arbeitsmaschinen erscheinen (z. B. Bohr- oder Hobelmaschinen) und für welche die Kraft aus einer Centrale geliefert wird, in dieser Statistik nicht mitgerechnet sind. Die Elektrizitätswerke, die durch den letzterwähnten Umstand besonders benachteiligt sind, kommen auch sonst in unserer Gewerbestatistik schlecht weg, indem ein Nachweis der von ihnen gelieferten Pferdestärken fehlt. Die Statistik ging dabei von der Erwägung aus, daß die Elektrizität ja nur als Produkt einer anderen elementaren Kraft, insbesondere der Dampf- und Wasserkraft, erscheint, welche durch Elektrizität nur übertragen wird. Diese Kräfte sind aber unter den Rubriken Wasser und Dampf bereits berücksichtigt. Auch hätte man mit der Maßeinheit der Pferdekräfte bei der Elektrizität Schwierigkeiten, da deren Kraftäußerung, wie wir im ersten Teile dargelegt haben, anderes gemessen wird. Auch der Mangel eines Nachweises der Pferdekräfte bei der Windkraft ist auf betriebstechnische Gründe zurückzuführen. Das Hauptergebnis der reichsstatistischen Aufnahme der technischen Betriebskraft ist das außerordentliche Überwiegen der Dampfkraft, auf welche die Wasserkraft erst in weitem Abstande folgt, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß gegenüber der Zählung vom Jahre 1882 bei den Betrieben mit Dampf ein Fortschritt, bei den Betrieben mit Wasser aber, ebenso wie bei denen mit Wind ein Rückschritt in der Zahl zu konstatieren ist. Von den 3,4 Millionen P.S. der gesamten gewerblichen Betriebskräfte leistet nach Zahns Berechnung nicht weniger als 2715078 P.S. oder 79,4 % der Dampf, 629065 P.S. oder 18,4 % das Wasser, so daß also Wasser- und Dampf-Kraft zusammen 97,8 % aller gewerblichen Betriebskräfte liefern.

Über die Motorenbenutzung der einzelnen Gruppen der Gewerbestatistik ergibt sich näheres aus der Tabelle auf folgender Seite.

In der Abteilung Gärtnerei, Tierzucht und Fischerei hat die Motorenbenützung eine geringe Bedeutung. Es sind 1,7 % der Gesamtzahl und 0,03 % der Gesamtkraft. Nur die Fischerei hat durch die Betriebe mit Dampf- und Segelschiffen und die Kunstgärtnerei

Gewerbeabteilungen Gewerbegruppen	Von 100 Betrieben sind Motorenbetriebe	Von 100 Gehilfenbetrieben sind Motorenbetriebe
A. Gärtnerei, Tierzucht u. Fischerei	5,3	14,0
B. Industrie einschl. Bergbau u. Baugew. .	5,8	14,9
C. Handel u. Verkehr einschl. Gast- und Schankwirtschaft	1,9	4,1
A—C Gewerbe überhaupt	4,5	11,1
I. Kunst- und Handelsgärtnerei . . .	1,8	3,5
II. Tierzucht und Fischerei	9,2	37,2
III. Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen	28,4	38,0
IV. Industrie der Steine und Erden . .	12,9	17,7
V. Metallverarbeitung	5,4	9,2
VI. Industrie der Maschinen, Instrumente	6,8	15,9
VII. Chemische Industrie	22,8	34,7
VIII. Industrie der Leuchtstoffe, Seifen, Fette, Oele	32,1	44,2
IX. Textilindustrie	4,2	18,2
X. Papierindustrie	11,2	18,9
XI. Lederindustrie	4,0	8,0
XII. Industrie der Holz- und Schnitzstoffe	7,2	17,1
XIII. Industrie der Nahrungs- und Genußmittel	21,8	13,6
XIV. Bekleidungs- und Reinigungsgewerbe	0,2	1,0
XV. Baugewerbe	0,7	1,6
XVI. Polygraphische Gewerbe	24,8	35,9
XVII. Künstlerische Gewerbe	0,8	4,4
XVIII. Handelsgewerbe	0,8	2,0
XIX. Versicherungsgewerbe	0,0	0,2
XX. Verkehrsgewerbe	15,2	38,1
XXI. Beherbergungs- u. Erquickungsgewerbe	0,2	0,3

durch einige Heißluftbetriebe eine gewisse Bedeutung. Die größte Zahl von Motoren dagegen hat die Nahrungs- und Genußmittelindustrie, welche unter anderem die Müllerei, Bäckerei, Bierbrauerei, Branntweinbrennerei und Rübenzuckerfabrikation umfaßt. Hier sind 41,7 % der Gesamtzahl der Motorenbetriebe. Dann kommt die Industrie der Holz- und Schnitzstoffe mit den Sägemühlen, das Verkehrsgewerbe mit der Schiffahrt, die Textilindustrie und die Metallindustrie. Diese Industriezweige enthalten $^3/_4$ aller Motorenbetriebe. Nach dem Stärkegrade der Betriebskraft kommt an die Spitze die Gruppe Bergbau- und Hüttenwesen mit 29,1 % der Gesamtkraft, dann die Nahrungs- und Genußmittelindustrie und die Textilindustrie. Auf diese drei Gruppen kommen 64,1 % aller P.S. Auf einen Bergbaubetrieb kommen nicht weniger als 556,9 P.S.,

und zwar in der Hauptsache Dampfkraft. Auf die Gewerbegruppe B der obigen Tabelle, welche die eigentliche Industrie umfaßt, kommen 85% der Gesamtzahl und 98% der Gesamtkraft, 5,8% aller Betriebe sind hier Motorenbetriebe. In einzelnen Gruppen der Industrie steigt dieser Prozentsatz bis zu 20%, in der Industrie der Leuchtstoffe und in der Montanindustrie sogar bis zu 33%. Das Verhältnis von menschlicher und technischer Arbeitskraft ist in der eigentlichen Industrie (Gruppe B) so, daß 3,3 Personen auf 1,4 P.S. kommen. In einzelnen Industriezweigen erhöht sich dieser Prozentsatz bedeutend; in der Montanindustrie kommen auf 100 Personen 185 P.S., auf einen Montanbetrieb 85 Personen und 158 P.S., in der Papierindustrie auf 100 Personen 131,7 P.S., auf einen Betrieb 8 Personen und 10 P.S.; hier ist also die Zahl der Menschenkräfte von der der mechanischen Pferdekräfte sogar noch übertroffen.

Wenn wir die einzelnen Arten der Betriebskräfte den einzelnen Gewerbearten gegenüberstellen, ergibt sich folgendes Bild[1]): Die Windmotoren kommen fast ganz (97%) auf die das Mühlgewerbe enthaltende Industrie der Nahrungsmittel. Dieses Gewerbe benützt auch die Wasserkraft in hohem Maße, ebenso die Industrie der Holz- und Schnitzstoffe und die Textil- und Papierindustrie. In diesen Industrien kommen Wasserkräfte von höheren Leistungen in Betracht. Die Dampfkraft ist in fast allen Gewerbegruppen zu finden, am meisten wieder in der Industrie der Nahrungsmittel und in der Textilindustrie. Besonders hohe Kraftleistungen der Dampfkraft weist die Montanindustrie auf, wo 1581 Dampfmotoren mit 968 020 Dampfpferdekräften, also durchschnittlich mit 611 P.S. arbeiten. Gasmotoren finden sich am häufigsten in der Industrie der Nahrungsmittel, dann in den polygraphischen Gewerben und in der Metallindustrie, Petroleum-Motoren außer in der Industrie der Nahrungsmittel besonders in der Industrie der Holz- und Schnitzstoffe, sowie in der Maschinenindustrie und in der Metallindustrie. Benzinmotoren kommen zumeist in der Industrie der Nahrungsmittel und in der Industrie der Holz- und Schnitzstoffe vor, mit geringeren Kraftleistungen auch in der Textilindustrie. Heißluftmotoren werden von der Kunst- und Handelsgärtnerei und von der Industrie der Steine und Erden bevorzugt, besonders von Ziegeleien, Kunststein-

[1]) Zahn a. a. O. und Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

fabriken und Kalkwerken. Die Druckluft dient als Betriebskraft hauptsächlich in der Montanindustrie, wo sie zu Steinbohrungen und Ventilationen verwendet wird. Hierauf treffen 86% aller Druckluftpferdestärken. Die Verwendung der Elektrizität entfällt zum größten Teil auf die Nahrungsmittelindustrie, dann auf die Metall- und Maschinenindustrie und auf die polygraphischen Gewerbe, die Druckerei, Photographie u. s. w. Betriebe mit Dampfkesseln ohne Kraftübertragung und Dampffässer finden sich zur Hälfte in der Nahrungsmittelindustrie, außerdem in der Textil- und in der chemischen Industrie.

Dieser Überblick über die gewerbliche Betriebskraft im Deutschen Reiche ist den Quellen der Reichsstatistik von 1895 entnommen, und zwar hauptsächlich in der Verarbeitung dieser Materialien durch Zahn. Dieses Bild bedarf noch einer Ergänzung bezüglich der Fortschritte, welche die technische Betriebskraft seit 1895 gemacht hat; ferner wollen wir die Ziffern über die Verwendung der Elektrizität, der Gasmotoren und insbesondere der Wasserkraft zum Teil auf Grund anderer Quellen noch etwas beleben und dabei auch auf die örtliche Verteilung in Deutschland Rücksicht nehmen. Von der örtlichen Verteilung der technischen Betriebskräfte geben wir auch nach der Deutschen Reichsstatistik ein Bild und zwar in Anlage 4 und 5.

Nach diesen Tabellen kommt also die Hälfte sämtlicher im Jahre 1895 gezählten Gewerbebetriebe des Reiches und sogar 63,6% aller Betriebskräfte in den Gewerbebetrieben auf das Königreich Preußen; auf das Königreich Bayern trifft etwa $^1/_{10}$ der Betriebe und der technischen Betriebskräfte des Reiches. Ungefähr im gleichen Verhältnis wie Bayern ist das Königreich Sachsen an der gewerblichen Betriebskraft des Reiches beteiligt, Württemberg hat davon 4%, der badische und elsaß-lothringensche Anteil beträgt 3,5% der Gewerbekraft.

Die einzelnen technischen Betriebskräfte bieten in Hinsicht auf örtliche Verteilung, neuerliche Entwickelung seit 1895 und einige Einzelheiten, die in den Ziffern der Reichsstatistik nicht zum Ausdrucke kommen, verschiedenes Interessante.

Für die Windmotoren ist es bemerkenswert, daß sie in Baden und Elsaß-Lothringen überhaupt nicht, in der Pfalz, in Württemberg und Hessen nur sehr selten vorkommen und auch in Bayern im Vergleiche zu Norddeutschland nicht häufig sind. Ihre Zahl dürfte

sich seit 1895 wohl verringert haben, wenn auch nicht in großem Maßstabe.

Auch die Wasserkraftverwertung hat seit 1895 wohl kaum Fortschritte, eher Rückschritte im Deutschen Reiche gemacht[1]), und zwar gilt dies von der ausschlaggebenden Zahl der einfachen Wassermotoren. Diese verteilt sich auf die einzelnen Deutschen Staaten in der Weise, daß 36,1 % der Betriebe mit Wasserkraft auf Preußen kommen mit einer Kraftleistung von 34,9 % aller Wasserpferdestärken. Dann folgt Bayern mit verhältnismäßig vielen Wassermotoren, nämlich 27,4 % der Gesamtzahl und 23,6 % der Gesamtkraft. Während Sachsen bezüglich der Summe der Betriebskräfte im allgemeinen Bayern die Wage hält, ist es an den Wassermotoren nur mit 9,5 % der Gesamtsumme und 14,9 % der Gesamtkraft beteiligt. Die Verbreitung der Betriebskraft des Wassers in Deutschland ist von natürlichen Bedingungen abhängig, und zwar finden sich die drei Arten von Wasserkraftverwertung, die wir im vorigen Abschnitte erörtert haben, in den verschiedenen Gegenden Deutschlands vor. In den Abhängen der Alpen in Süddeutschland ist die Ausnutzung der starken Gefälle der Berggewässer für die Holzindustrie älteren, für die Erzeugung elektrochemischer Produkte, wie Karbid, Soda, Aluminium u. s. w., neueren Ursprungs. Dazu kommen die Berggewässer in den deutschen Mittelgebirgen, welche hauptsächlich für Spinnereien und Webereien, Holzschleifereien und Papierfabriken und im sächsischen und rheinischen Industriebezirke auch für Eisenwerke ausgenützt werden. Die zweite Gruppe, die Wasserkräfte unserer Ströme und Flüsse, kommen auch für die nicht gebirgigen Gegenden Deutschlands in Betracht und dienen unter anderem der Getreidemüllerei, der Holzbearbeitung und für Elektrizitätswerke. Die dritte Gruppe der Wasserkräfte, die auf das Vorhandensein von Sammelweihern oder der natürlichen Sammelbecken von Seen begründet ist, findet sich vereinzelt gleichfalls in Deutschland.

Für die Kraftverwertung der Gebirgsgewässer ist namentlich im Süden Bayerns noch ein bedeutendes Feld der Thätigkeit vorhanden. Dazu kommen die Gewässer der schlesischen Gebirgsabhänge mit reichlichen Wasserkraftvorräten, während im mittleren und westlichen Deutschland, besonders im Harz und dann im Westen, die

[1]) Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

Wasserkräfte schon erheblich mehr ausgenutzt sind. Ein Gebiet mit großem Wasserreichtum, welcher überdies auf kleine Distancen große Gefälle aufweist, ist unstreitig das südliche Bayern[1]).

Neuerdings ist auch mit der Ausnutzung der Wasserkräfte hier an einzelnen Stellen ein Anfang gemacht worden. Der Wasserkraft der Isar entnimmt z. B. die Industrie auf der Sendlinger Höhe bei München die Betriebskraft und 19 Landgemeinden erhalten bereits elektrisches Licht und Betriebskraft für landwirtschaftliche Arbeiten aus den Isar-Kraftanlagen. Wenig ausgenutzt ist noch der Inn, während am Lech seit längerer Zeit der sogenannte Hochablaß bei Augsburg nicht bloß für die städtische Wasserversorgung, sondern auch für die Kraftversorgung verschiedener Fabriken in Augsburg besteht. In den letzten Jahren kam dazu die Wasserkraftanlage mit elektrischer Übertragung in Gersthofen bei Augsburg, in deren Werkkanal ein Gefälle von etwa 10 m konzentriert ist, welches durch 5 große Turbinen für den Betrieb der Drehstrom-Dynamos und 4 kleinere Turbinen zum Betriebe der Gleichstrom-Dynamos ausgenutzt wird und 5400 P.S. zur elektrischen Übertragung liefert. Neben dieser Turbinenanlage kommen noch 2 gekuppelte Kammerschleusen mit je 41 m nutzbarer Länge und $8^1/_2$ m Kammerweite zur Ausführung für die Durchfahrt der Flöße bei kleinem Wasserstande im Flußbett; diese Kammerschleusen wären auch für eine etwa später ins Leben tretende Schiffahrt benützbar. In ähnlicher Weise wie das Lechgefälle bei Augsburg wird das Gefälle der Iller in der Nähe von Kempten und bei Kellmünz verwertet. Von Kellmünz bis nach Ay bei Ulm ist ein Werkkanal geführt, durch welchen etwa 15 industriellen Betrieben 3 cbm Illerwasser in der Sekunde zugeführt werden. In Ay selbst wird die Wasserkraft für eine Baumwollenspinn- und Weberei verwertet. Für die Verwertung der Iller-Wasserkraft bei Memmingen

---

[1]) Nach Gümbel beträgt das mittlere absolute Gefäll des Lech zwischen Füssen und der Mündung in die Donau bei Rain 0,22 % und verteilt sich auf einzelne Punkte wie folgt: bei Füssen 0,35 %, bei Lechbruck 0,18 %, bei Schongau 0,38 %, bei Apfeldorf 0,10 %, bei Landsberg 0,32 %, bei Rain 0,17 % und an der Mündung 0,12 %. Nach derselben Quelle ergibt sich für die Iller vom Zusammenflusse ihrer Hauptadern bis zur Einmündung in die Donau bei Ulm ein mittleres absolutes Gefäll von 0,19 % unter folgender Verteilung auf einzelne Punkte: bei Bad Au 0,9 %, bei Immenstadt 0,11 %, bei Kempten 0,23 %, endlich an der Mündung bei Ulm 0,16 %.

wurden Projekte vor einigen Jahren ausgearbeitet, wonach dortselbst über 2600 P.S. zur Verfügung stehen[1]).

Ähnliche Wasserkraftstationen würden sich in Südbayern an der Iller, dem Lech, der Isar und dem Inn und den Seitenflüssen dieser Gebirgsflüsse sicher noch in größerer Anzahl errichten lassen. Dazu kommen noch die kleinen Wasserläufe im Gebirge selbst, bei welchen das starke Gefälle, das sich zu zahlreichen Wasserfällen steigert, für die Kraftzwecke die geringe Menge des Wassers ausgleicht, wie wir im vorigen Abschnitt dargelegt haben. Auch die Schwierigkeiten, die sich der Verwertung dieser Gebirgswasserkräfte in ökonomischer Beziehung vielfach entgegenstellen, haben wir bereits erörtert. Es bedarf keiner Erwähnung, daß sich an den kleinen, nicht schiffbaren Wasserläufen nicht bloß des Alpenvorlandes, sondern auch der deutschen Mittelgebirge sehr zahlreiche einfache Wassermühlen für das Holzsägegewerbe und für die Getreidemüllerei, auch für Holzschliff, Eisenschmiedewerkstätten u. s. w. finden und daß diese kleineren Mühlen einen beträchtlichen Teil der von der Reichsstatistik erfaßten Betriebe mit Wassermotoren darstellen.

Bei den Wasserkräften, welche die schiffbaren Flüsse und Ströme liefern, sind vor allem die noch aus älterer Zeit stammenden Stauanlagen für Wasserkraftzwecke zu berücksichtigen. Auch größere Flüsse wurden mit solchen Stauanlagen versehen zur Gewinnung von Wasserkräften. Von norddeutschen Flüssen seien erwähnt Lahn, Ruhr, Lippe, Saale, Havel, Spree und Oder. Wo bei diesen Flüssen durch die Stauanlage gleichzeitig der Schiffahrt eine größere Wassertiefe geschaffen werden sollte, sind natürlich neben den Wehren auch Schiffsschleusen vorhanden. An der Saar werden die neuen Nadelwehranlagen, die aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts stammen, nicht für Wasserkraftzwecke ausgenutzt, wohl aber die Stau-

[1]) Vgl. Die Wasserkräfte der Iller bei Memmingen s. a. et l. Die Anlagekosten dieser Wasserwerke werden auf 580 Mk. und die Betriebskosten auf 80 Mk. pro P.S. im Jahre geschätzt, während die Dampfkraft einer 250pferdigen Compound-Dampfmaschine inclusive Kesselanlage und Hochbauten 480 Mk. pro Pferdekraft Anlagekosten und 220 Mk. pro Jahr und pro Pferdekraft an Betriebskosten nach den dortigen Memminger Verhältnissen erfordert. Nach Amortisation des Anlagekapitals und unter Berücksichtigung der größeren Reparaturkosten der Dampfmaschine werden die Kosten der Wasserkraft auf 25 Mk. jährlich und die der Dampfkraft auf 175 Mk. jährlich pro Pferdekraft berechnet.

anlagen aus älterer Zeit, welche noch mit festen Wehren versehen sind. Die Zwecke der Schiffahrt und der Betriebskraft ließen sich bei den neuen Wehren an der Saar bisher nicht in Einklang bringen. An dem bayerischen Main befinden sich Wasserkraftanlagen aus älterer Zeit bei Würzburg und bei Schweinfurt[1]). Anders verhält es sich mit den neueren für Schiffahrtszwecke durchgeführten Flußkanalisierungen und den neueren Stauanlagen mit Nadelwehren in diesen Flüssen. Diese Gruppe von Wasserkräften, welche sehr bedeutend ist, spielt für die Statistik der in Deutschland zur Zeit im Betriebe befindlichen Wassermotoren noch gar keine Rolle, da bei keiner der in neuerer Zeit ausgeführten Flußkanalisierungen eine Verwertung des an den Stauanlagen vorhandenen Gefälles für die Zwecke der gewerblichen Betriebskraft durchgeführt worden ist. An der kanalisierten oberen Oder ist es deshalb nicht zur Verwertung der Wasserkraft gekommen, weil die Wasserführung des Flusses zu unregelmäßig ist und weil dort die Dampfkraft durch den billigen Preis der an Ort und Stelle gewonnenen Steinkohle ohnedies leichter als anderswo zu beschaffen ist. Auch liegen die gewerblichen Anlagen meist in größerer Entfernung vom Flusse, können sich auch nicht in dessen Nähe entwickeln, weil für das Hochwasser ein weites Gebiet freizuhalten ist[2]). An der neuerdings kanalisierten Fulda hat sich die Stadt Kassel wenigstens ein Vorzugsrecht für die Verwertung der obersten Staustufe vorbehalten. Am kanalisierten Untermain hat man die Verwertung der Staustufen vielfach in Erwägung gezogen, aber nicht zur Ausführung gebracht. Der Hauptgrund ist der, daß ein nachträglich in das Ufer einzuschneidender Werkkanal, sowie der nachträgliche Einbau von Turbinen zu teuer gekommen wäre. Der Fluß selbst würde namentlich im Winter Betriebsstörungen verursachen. Auch ist der Wasserverbrauch für die durch die Schleusen gehenden Schiffe und

---

[1]) Die Wasserkraft in Schweinfurt wird auf 396 P.S. berechnet, wovon aber nur 138 ausgenützt werden (Moll im Jahresbericht des bayer. Kanalvereins 1898). In Würzburg betreibt der Stau 3 Mühlen, welche über 300 P.S. zur Verfügung hätten, die sie aber infolge veralteter Einrichtungen schlecht ausnützen. Bei Schweinfurt könnte die Wasserkraft nach Schanz (Die Mainschiffahrt im 19. Jahrhundert, Bamberg 1894) auf 2790 P.S. gesteigert werden, weil dortselbst infolge von Durchstechung der Serpentinen ein sehr großes Gefälle des Flusses vorhanden ist.

[2]) Röder a. a. O.

für die über ein Trommelwehr schwimmenden Flöße sehr beträchtlich. Bei einer elektrischen Beleuchtungsanlage, wie man eine solche in Frankfurt unter Benützung der Main-Wasserkraft geplant hatte, wäre eine volle Dampfreserve notwendig, da in den Wintermonaten wegen hoher Wasserstände oder Eisgang das Nadelwehr häufig niedergelegt werden muß, wodurch die Staukraft verschwindet. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Verwertung der Wasserkraft des Unter-Main für andere gewerbliche Zwecke nicht möglich wäre, wenn auch gerade in Frankfurt die örtlichen Verhältnisse nicht günstig liegen[1]). Ebensowenig wie an der Oder, der Fulda oder dem unteren Main wird an den anderen für Schiffahrtszwecke kanalisierten deutschen Flüssen gleichzeitig auch die Wasserkraft für gewerbliche Zwecke ausgenützt. Wohl aber sind hier sehr beträchtliche Kraftquellen vorhanden, die in der Zukunft sicher noch eine Rolle spielen und für die deutsche Wassermotorenstatistik Bedeutung erhalten werden. Nach Röder[2]) sind in den preußischen kanalisierten Flüssen etwa die

[1]) Röder a. a. O. schreibt über die Verwertnng der Wasserkräfte des Unter-Main: „Für die Kanalisierung des Mains unterhalb Frankfurt sind 5 Nadelwehre errichtet. Auch hier werden die Wasserkräfte bisher nicht verwertet. Die Kraft des untersten Wehrs (Kostheim) wollte 1885 ein Privatmann für eine sehr geringe Summe kaufen; der Verkauf wurde aus grundsätzlichen Erwägungen abgelehnt. Im Jahre 1892 beabsichtigte die Stadt Wiesbaden, die Wasserkräfte der Staustufen Okriftel und Flörsheim für die elektrische Krafterzeugung zu benutzen. Es ergab sich aber, daß die verlangte Wassermenge von 20 cbm-Sek. nicht immer verfügbar war. Sehr eingehende Erwägungen hat man über die Verwertung der Wasserkraft der Staustufe Frankfurt angestellt. Diese Wasserkraft wurde schon im Jahre 1885 der Stadt Frankfurt auf deren Antrag zur Ausnutzung überlassen. Thatsächlich findet eine Verwertung noch nicht statt. Sie wird erschwert durch die örtlichen Verhältnisse, sowie durch den starken Wasserverbrauch für die Schiffahrtanlagen. Die Kraftanlage soll am rechten Mainufer ausgeführt werden. Vor diesem Ufer liegt das Trommelwehr mit der anschließenden Floßrinne; auf dem Ufer stehen das Wehrmeistergehöft und andere Gebäude. Für die Zu- und Ableitung des Wassers wurde daher ein tunnelartiger Kanal vorgesehen, dessen unteres unter der Floßrinne belegenes Ende gleich bei dem Bau der Kanalisierung ausgeführt ist. Nach dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre ist das Wehr an 77 Tagen jährlich infolge von Eisgang, Hochwasser oder notwendiger Schiffahrtsperre niedergelegt. An durchschnittlich 288 Tagen hat es also gestanden. Das nutzbare Gefälle betrug an 213 Tagen 2,0 bis 2,5 m bei 44—150 cbm-Sek., an 67 Tagen 1,0 bis 2,0 m bei 150—395 cbm-Sek., an 8 Tagen 0,4 bis 1,0 m bei 395—445 cbm-Sek."

[2]) Röder a. a. O.

nachstehend verzeichneten Wasserkräfte vorhanden, wobei die Wassermengen und Gefälle nach dem mittleren Sommerwasserstande angegeben sind.:

Nr.	Fluß	Zahl der Staustufen	Gefälle m	Wassermenge cbm/Sek.	Zahl der H.P. einzeln	Zahl der H.P. zusammen
1	Unter Brahe	2	1,50—2,00	20,0	400 - 533	933
2	Obere Oder	13	1,60—2,45	7—25	184—800	4339
3	Fulda	4	2,0—2,5	3,0	80—100	358
4	Ems	3	2,0—3,6	9—15	240—720	1324
5	Main	5	1,6 —2,5	15,0	320—500	1920
6	Saar	6	1,3—2,2	16,0	277—400	2236
7	Verschiedene kleinere Flüsse	7	0,9—1,9	3—10	43—192	466
	Zusammen	40	0,9—3,6	3—25	43—800	11576

Dazu kommen die 5 Staustufen in der Ems unterhalb Meppen, welche in Verbindung mit dem Dortmund-Ems-Kanal ausgeführt wurden. Aber auch hierfür ist in dem amtlichen Entwurfe für die Emskanalisierung eine Verwertung der Wasserkräfte für Betriebszwecke nicht ins Auge gefaßt.

Bei anderen Entwürfen von Flußkanalisierungen, welche aber noch im Stadium des Projektes sich befinden, wird allerdings in den letzten Jahren die gleichzeitige Verwertung der Wasserkräfte zu Schiffahrts- und Betriebszwecken mehr und mehr ins Auge gefaßt. Soweit es sich dabei nicht um detailliertere Untersuchungen handelt, haben diese Angaben ebenso wie die obige Zusammenstellung der in den preußischen kanalisierten Flüssen vorhandenen Pferdekräfte nur einen bedingten Wert, da ja erst festzustellen wäre, welche von diesen Pferdekräften in technisch-ökonomischer Beziehung Verwendung finden können. So liegt für die Weser-Kanalisierung nicht bloß die genaue technisch-ökonomische Berechnung über die Verwertung der Wasserkraft bei Rinteln vor, welche wir im vorigen Abschnitte des Näheren mitgeteilt haben, sondern es sind mehrfach auch die gesamten Wasserkräfte der Weser-Kanalisierung berechnet worden. Danach wären von der Aller-Mündung an in der Weser bei niedrigstem Wasserstande 90 Sekundenkubikmeter Wasser vorhanden, so daß sich als nutzbare Kraft bei jeder einzelnen Schleuse von 3 m Gefälle 3000 P.S., bei mittlerem Wasserstande aber 5000 P.S. ergeben; oberhalb der Aller-Mündung 1300 bezw. 2000 P.S an jeder Schleuse.

Man hat nun einfach die Pferdestärken pro Jahr mit 100 Mk. in Rechnung gesetzt und 300000 Mk. für jede Schleusenanlage an der unteren Weser und 130000 Mk. für die oberen Schleusenanlagen an Wasserkraftkapital berechnet. Ähnlich machte man es beim Projekt der Moselkanalisierung, wo man 2000 P.S. an jedem Stau, im ganzen 80—100000 P.S. „gewann"; hier setzte man zur Abwechslung den Wert der Wasserpferdekraft mit 300 Mk. in Rechnung und kam auf ein Wasserkraftkapital von 24—30 Millionen Mk.; ebenso oberflächlich ist die Wasserkraftverwertung bei der Projektierung der Neckarkanalisierung in Rechnung gesetzt worden. Hier hat man 1000 Mk. für die Pferdestärke gerechnet und nicht weniger als 32 Millionen Mk. Wasserkraftkapital herausbekommen. In einer Denkschrift, welche von Professor Huber in Stuttgart über diese Frage herausgegeben wurde[1]), hat der Herausgeber selbst auf das Oberflächliche einer solchen Berechnung durch seinen technischen Gewährsmann hingewiesen. Etwas vorsichtigere Berechnungen sind für die Fortsetzung der Mainkanalisierung von Frankfurt bis Bamberg gemacht worden. Schanz[2]) rechnete für die 29 Haltungen von der preußischen Grenze bis Würzburg nur je 150 P.S. im Werte von je 1000 Mk. und kam dabei zu einer jährlichen Einnahme von 174000 Mk., welche er als Zuschuß zu den Verwaltungs- und Unterhaltungskosten gelten ließ. Für eine Wasserkraftanlage in Aschaffenburg sind genauere Angaben von Woerner[3]) veröffentlicht worden. Danach sollen dort dem Main 2000 P.S. entnommen und für die Zeit des schlechten Wasserstandes eine Dampfreserve für 800 P.S. angelegt werden. Mit Recht ist dabei auf die Verwertung der Wasserkraft für Betriebe Rücksicht genommen, welche die Kräfte auch zeitweise entbehren können. Man denkt dabei an elektrolytische Anlagen, bei welchen eine Fabrikation von Vorräten für die Zeiten möglich ist, in denen die Anlage infolge der Wasserstände oder der Temperaturverhältnisse stille steht. Für weitere Ausnützung der Wasserkräfte des mittleren oder oberen Maines haben die Projektierungsarbeiten, welche von dem technischen Amte des bayerischen Kanalvereins ausgeführt worden sind, einige brauchbare Anhaltspunkte ergeben. Wichtig ist dabei, daß die Schiffbarmachung des Maines nicht bloß durch Einbauten, sondern

[1]) Zu der Frage des Groß-Schiffahrtsweges Mannheim-Stuttgart, Stuttgart 1899, bes. die Anmerkung Hubers auf S. 26.

[2]) Die Mainschiffahrt im 19. Jahrhundert, Bamberg 1894.

[3]) Jahresbericht des bayerischen Kanalvereins. 1898.

hauptsächlich durch Seitenkanäle erfolgen soll[1]). In diesen sollen bei normalen Verhältnissen 30 Sek. cbm Wasser geführt werden, von welchen 25 cbm für den Betrieb von Kraftanlagen zur Verfügung stehen. Bei den anormalen Verhältnissen, die für die Betriebskraft der kanalisierten Flüsse von so schlimmer Bedeutung werden, haben die Seitenkanäle verschiedene Vorteile, durch welche die Wasserkraftausnutzung immer noch gesichert bleibt[2]). Eine Wasserkraft von 2—300 P.S. wird als ständig verfügbar für jedes Wehr bezeichnet. Die Kraftstationen im Main und in den Seitenkanälen seien geeignet, sich gegenseitig zu ergänzen. Die im Main und in den Seitenkanälen zusammen sicher verfügbaren Betriebskräfte werden auf über 20000 P.S. geschätzt. Für die Verwendungszwecke kommen Beleuchtungsanlagen, Fabriken, Kleingewerbe, landwirtschaftliche Maschinen und besonders auch elektrochemische und holzindustrielle Betriebe in Betracht, da es für die ersteren an Rohmaterial im Mainthal selbst nicht mangelt, während für die Holzindustrie das Rohmaterial dem Maine aus Bayern zugeführt wird.

Wir sehen also, daß die Ausnützung der Wasserkräfte in den kanalisierten Flüssen zwar in der Motorenstatistik des Deutschen Reiches noch keine Rolle spielt, eine um so größere Bedeutung aber in der öffentlichen Diskussion der Gegenwart beansprucht. Wie wir im vorigen Abschnitte dargelegt haben, ist die Nutzbarmachung der Wasserkräfte der Flüsse durchaus kein so einfaches Problem und erst,

---

[1]) Faber a. a. O.

[2]) „Müßten die Wehre im Main, welche den Wasserspiegel in den Seitenkanälen für den Betrieb der Schiffahrt gestaut erhalten, wegen Hochwasser gelegt werden, dann ist es leicht, die Zuflußmengen bei den Abschlußthoren der Seitenkanäle zu regulieren.

Ebenso hat man es, wie bereits angedeutet, in der Hand, einen Seitenkanal bei seiner Abzweigung aus dem Fluß so zu legen, das Gefälle seiner Sohle so zu bemessen, daß auch in den Wintermonaten und also in der Zeit, in der keine Flößerei betrieben wird, bei niedergelegtem Wehre und niedrigen Mainständen eine bestimmte kleinste Wassermenge des im Main frei abfließenden Wassers in diesen Seitenkanal gelangen kann.

Die kleinste Wassermenge, die auf diese Weise eingeführt werden soll, ist zu 10 bis 12 Sekundenkubikmeter angenommen worden.

Die Seitenkanäle, als Werkkanäle benutzt, bieten sonach den Vorteil, daß mit umgelegten Wehren und also mit dem Stau im Main die Wasserkraft nicht vollständig verschwindet." Faber a. a. O.

wenn die Wasserkraftstationen nicht bloß technisch, sondern auch ökonomisch genau begründet sind, kann man behaupten, daß an einer solchen Stelle so und so viele „nutzbare Pferdekräfte" vorhanden seien.

Günstig liegen die Verhältnisse bei der dritten Gruppe der Wasserkräfte, bei denen, welche aus Sammelweihern oder aus den natürlichen Sammelbecken der Seen eine regelmäßige Wasserführung herleiten. Solche Wasserkräfte sind auch in den von der Reichsstatistik erfaßten Wassermotoren mehrfach vorhanden. Wir verweisen auf unsere Angaben über die Wasserkraftverwertung an künstlichen Sammelweihern in Deutschland und bezüglich des Wasserabflusses der Seen dürfen wir wohl das mächtige Elektrizitätswerk Oberspree mit 50000 P.S., dessen wirtschaftliche Bedeutung sicher ebenso groß ist, wie die der Wasserkraftanlagen an dem Niagarafall, an erster Stelle nennen. Von großer Wichtigkeit scheint auch die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheines nach dessen Ausfluß aus dem Bodensee zu werden. Abgesehen von der Wasserkraftanlage bei Rheinfelden, über welche wir uns schon verbreitet haben, ist dort eine Wasserkraftanlage in Ottmarsheim bei Mühlhausen projektiert, welche den größten bestehenden Wasserkraftanlagen bezw. Elektrizitätswerken mit Wasserkraft sich anreihen wird. Es sollen 23000 P.S. nutzbar gemacht werden, deren Absatz zum größten Teil in der benachbarten Industriestadt Mühlhausen gesichert erscheint. Die Konzessionsgesuche sind bei den badischen und elsaß-lothringenschen Behörden bereits eingereicht. Im Norden Deutschlands kommen gleichfalls Ausflüsse verschiedener Seen in Betracht, z. B. des Flemhuter Sees bei Kiel, dessen Kraft man schon beim Bau des Kaiser Wilhelmkanals benützen wollte. Bekanntlich plant auch die preußische Regierung, die verfügbare Wasserkraft der Masurischen Seenplatte in Elektrizität zu verwandeln und diese dann zur Förderung der Industrie des Ostens zu verwenden.

Weniger Anlaß als die Wasserkraft gibt uns die Dampfkraft, ergänzende Bemerkungen zur Reichsstatistik zu machen. Jedenfalls kann wegen des allgemein starken Aufschwunges der Industrie (1895—1900) mit ziemlicher Sicherheit auf eine bedeutende Steigerung der Dampfkraft seit 1895 geschlossen werden. Bestimmte Zahlen lassen sich für das Reich nicht aufstellen, wohl aber für Preußen und für einige andere Staaten[1]), in welchen jährliche Nachweise zur Statistik

[1]) So wird für Sachsen eine Übersicht über Dampfkessel und Dampf-

der Dampfkessel gemacht werden. Für Preußen sind diese Zahlen folgende:

	Anfang 1895	Anfang 1899
feststehende Dampfkessel	57824	66190
bewegliche „	15637	19159
Schiffs- „	2050	2660
Summe:	75511	88009

Das macht in den 5 Jahren eine Vermehrung um 16,6 %; für das Reich läßt sich nur der Kesselbestand vom Anfang des Jahres 1899 geben, er betrug damals an:

feststehenden Dampfkesseln	103210
beweglichen „	29964
Schiffs- „	6104
Summe:	139278.

Bemerkenswert ist auch die verhältnismäßig geringe Zahl der Dampfbetriebskräfte in Bayern. Auf Bayern treffen nur 9,2 % der Gesamtzahl und 5,9 % der Gesamtstärke der Dampfmotoren. Stärker als in Bayern ist die Verwendung der Dampfkraft in Sachsen (mit 11,3 % Dampfbetrieben, 8,7 % Dampfpferdestärken). Die an Dampfkraft reichsten Gebiete liegen in Preußen, das 60,5 % aller Dampfbetriebe mit 70,4 % P.S. in sich vereinigt, und zwar in Rheinland (mit 13,1 % Betrieben, 21,1 % P.S.) und Westfalen (7,5 % Betriebe, 16,2 % P.S.). Von den ca. 300000 P.S., welche der gewerblichen Thätigkeit in Bayern zur Verfügung stehen, kommt etwa die Hälfte auf die Dampfkraft, die andere Hälfte aber auf die Wasserkraft, da die kleineren freien Motoren nicht sehr ins Gewicht fallen. In Bayern kommt an Kohlenverbrauch auf den Kopf der Bevölkerung jährlich nur etwa $^1/_3$ t Kohle, während der Durchschnitt für das ganze deutsche Reich 2 t beträgt. Dabei ist aber auch in Betracht zu ziehen, daß die Kohlenproduktion Deutschlands fast ganz auf Preußen fällt. Die Kohlenproduktion des übrigen Deutschlands ist dagegen verschwindend klein.

Während bei der Dampfkraft die Reichsstatistik und zum Teil auch die Statistik der Einzelstaaten ein vollständiges und genaues Bild über die Verwendung nach Größe, Art und Ort darbietet,

maschinen im Königreiche als Beilage zu der Zeitschrift des kgl. sächsischen statistischen Bureaus von Zeit zu Zeit veröffentlicht.

kann man aus der offiziellen Statistik bezüglich der Bedeutung der Elektrizitätswerke in Deutschland kaum ein richtiges Bild bekommen. Die Gewerbestatistik von 1895 verzeichnet 2245 Betriebe mit Elektromotoren bezw. elektrischer Kraftübertragung, welche nur 1,27 % aller Motorenbetriebe darstellen. Die Größe der verwendeten Kraft in Pferdestärken findet sich nicht angegeben, da die Statistik von der Erwägung ausgeht, daß die eigentliche Betriebskraft der Elektrizität bereits unter den Rubriken Dampfkraft, Wasserkraft u. s. w. enthalten ist. Freilich werden dadurch die Mitteilungen über die Elektrizität nur noch dürftiger. Vor allem hat sich das Bild bezüglich der Elektrizität seit 1895 ganz bedeutend geändert, da gerade in der Zeit seit 1895 die Verwendung der Elektrizität zu motorischen Zwecken einen außerordentlich starken Aufschwung genommen hat[1]). Diese allerneueste Entwickelung kommt auch in den Privatarbeiten zur Statistik der Elektrizitätswerke, die wir von Bunte und Rasch[2]), dann von Lux[3]) besitzen, noch nicht vollständig zur Geltung. Auch wenn man die Verwaltungsberichte aller deutschen Städte bezw. die Auszüge aus denselben in dem Jahrbuch der deutschen Städte zu Rate zieht, erhält man noch lange kein richtiges Bild von dem Umfange und der Art der elektrischen Betriebskraft in Deutschland, da es sich dort nur um die städtischen Elektrizitätswerke, nicht aber um die zahlreichen Einzelanlagen, die namentlich auf dem Lande, wo sie gleichzeitig der Beleuchtung und Industrie dienen, sehr häufig sind, umfassen. Auch die elektrischen Blockstationen, bei welchen ein ganzer Häuserblock an der Erzeugung und Verteilung der Elektrizität teilnimmt, sind von den städtischen Elektrizitätswerken zu unterscheiden. Schon aus der Untersuchung von Bunte und Rasch im Jahre 1896 ließ sich erkennen, daß die elektrischen Einzelanlagen und Blockstationen die städtischen Elektrizitätswerke an Größe und Leistungsfähig-

---

[1]) Vgl. Deutschlands Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

[2]) Zur Statistik über die Verbreitung des elektrischen Lichtes im Versorgungsgebiete deutscher Gasanstalten 1894. Gesammelt von H. Bunte und Rasch. München 1896. Diese Aufnahmen beziehen sich aber nur auf elektrische Einzelanlagen im Versorgungsgebiet der deutschen Gasanstalten. Damit sind zahlreiche Elektrizitätsanlagen auf dem platten Lande, welche nicht in das Gebiet der städtischen Gaswerke fallen, ausgeschlossen.

[3]) Lux a. a. O.

keit weit übertreffen. Trotzdem müssen wir uns auf die Elektrizitätswerke beschränken und die Einzelanlagen, über welche es keine vollständigen statistischen Untersuchungen gibt, außer acht lassen; auch jene zeigen eine rasche Entwickelung seit der Gewerbezählung vom Jahre 1895. Seit der Frankfurter Elektrizitätsausstellung im Jahre 1891 hat sich die Zahl der Elektrizitätswerke in Deutschland von 39 auf 180 Ende 1895 erhöht und die Leistungsfähigkeit ist von 16707 Kilowatt auf 46573 am 1. X. 1895 gestiegen[1]). Am 1. III. 1897 war die Zahl der Elektrizitätswerke bereits 264 mit einer Leistungsfähigkeit von rund 70000 Kilowatt. Mit den elektrischen Einzelanlagen zusammen wurde die Leistungsfähigkeit der elektrischen Betriebe in Deutschland für den letztgenannten Zeitpunkt auf 200000 Kilowatt geschätzt. Über die Erzeugung der 70000 Kilowatt der Elektrizitätscentralen finden wir Näheres in folgender Übersicht:

Elektrizitäswerke:

Betriebskraft der am 1./3. 1897 im Betriebe gewesenen Werke	Anzahl der Werke	Gesamtleistung der Maschinen in K.W.
Dampf	151	56461,8
Wasser	45	4301,7
Gas	6	460
Druckluft	1	14
Elektromotoren	3	126
Gemischtes System:		
Wasser und Dampf (zum Teil das eine oder andere als Reserve)	45	5255,5
Wasser und Gas (desgl.)	3	190
Dampf und Gas (desgl.)	4	513,5
Wasser und Benzinmotor	1	17,6
Nicht angegeben	5	—
	264	67340,1

Das hervorragendste Elektrizitätswerk in Deutschland — die Berliner Elektrizitätswerke —, hat in den 1890iger Jahren folgende Entwickelung genommen: Es betrugen nämlich[2]) bei den an die Elektrizitätswerke angeschlossenen Elektromotoren:

[1]) Lux a. a. O. Hier findet sich auch eine Tabelle über die Elektrizitätswerke in deutschen Großstädten vom 1. X. 1894, 1. X. 1895 und 1. III. 1897.

[2]) Lux a. a. O.

Im Jahre	Die Zahl	Die Leistungsfähigkeit in P.S.	Die abgegebenen K.W. Stunden
1888/89	—	—	12956
1889.90	28	—	69591
1890/91	—	—	274457
1891/92	121	500	186611
1892/93	232	ca. 785	238042
1893/94	380	1364	570421
1894/95	663	2366	1070926
1895/96	1347	4813	2219501
1896/97	2056	7475	4008943

In Nürnberg waren im Jahre 1897: 210 gewerbliche Betriebe mit 718 P.S., 1898: 258 Betriebe mit 863 P.S., 1899: 330 Betriebe mit 1023 P.S. und 1900: 358 Betriebe mit 1293 P.S. an das Elektrizitätswerk mit Betriebmotoren angeschlossen; im Jahre 1901 stieg die Zahl der Elektromotoren, die an das Nürnberger Elektrizitätswerk angeschlossen sind, auf 429. Die Berliner Elektrizitätswerke sind in den letzten Jahren durch den Übergang mehrerer Straßenbahnlinien zum elektrischen Betrieb aus den ursprünglichen Beleuchtungscentralen überwiegend Kraftcentralen geworden. Gerade in den letzten Jahren des verflossenen Jahrhunderts war bekanntlich die Entwickelung der elektrotechnischen Industrie in Deutschland eine geradezu ungesund rasche, so daß jetzt auch ein Rückschlag nicht ausgeblieben ist. Allein in der Zeit vom Juli 1897 bis Juli 1898 sind in Deutschland nicht weniger als 26 elektrische Straßen- und Kleinbahnunternehmungen mit einem Aktienkapital von 69 Millionen Mk. und 33 Elektrizitätsgesellschaften mit 86 Millionen Mk. neu gegründet worden[1]). Am 1. April 1900 war die Zahl der elektrischen Centralen, d. h. der städtischen oder der Versorgung von Städten dienenden Elektrizitätswerken ausschließlich der Blockstationen und der Einzelanlagen auf 652 gestiegen, d. i. gegen 1. März 1897, für welchen Zeitpunkt wir oben 264 Elektrizitätswerke als vorhanden angaben, eine Zunahme um mehr als das Doppelte. Bis zum 1. April 1901 stieg die Zahl der Elektrizitätswerke auf 768 und das gesamte Kapital, welches in solchen deutschen Elektrizitätswerken an-

[1]) Zeitschrift für Sozialwissenschaften 1901, Seite 131, Aussichten der Entwickelung der Elektrotechnik.

gelegt ist, welche die erzeugte Elektrizität für Beleuchtung und für Kraft an dritte Betriebe abgeben, die elektrischen Straßenbahnen ausgeschlossen, wurde für diesen Zeitpunkt auf 540000000 Mk. geschätzt.

Während bei den Elektromotoren über die Zahl der für die Kraftübertragung geleisteten Pferdekräfte aus der Reichsstatistik nichts zu entnehmen ist, stellt der Gasmotor eine wirkliche Betriebskraft dar, weshalb auch seine Leistungen in der Reichsstatistik registriert werden (vgl. unsere Tabelle). Weitere Einzelheiten über die neuereEntwickelung der Gaswerke und ihre steigende Bedeutung als Kraftcentralen lassen sich aus den städtischen Verwaltungsberichten, bezw. dem statistischen Jahrbuch deutscher Städte und aus einigen brauchbaren Untersuchungen von Fachleuten[1]) entnehmen. Danach stieg die Zahl der Gascentralen in Deutschland von 1885 bis 1896 von 668 auf 724; die der Einzelanlagen betrug 1885: 550, 1896: 389. Nach Schäfer war Ende 1896 die Zahl der Gasanstalten in Deutschland mindestens 800, die Produktion derselben betrug mindestens 1 Milliarde cbm Gas und das Versorgungsgebiet umfaßte etwa 21 Millionen Menschen. Die Zahl der an Gascentralen angeschlossenen Gasmotoren gibt Schäfer für dieselbe Zeit auf 24000 mit ca. 110000 P.S. an. Schilling zählt 15600 Gasmotoren und eine stündliche Leistungsfähigkeit der Gasanstalten von 270000 cbm; Scheven für das Jahr 1894 21009 Gasmotoren; Lux hat für 1894 14800 Gasmotoren ermittelt. Die von Schäfer auf 110000 P.S. bezifferte Leistungsfähigkeit der Gasmotoren Deutschlands ist in den letzten Jahren sicher noch erhöht worden, und auch die Bedeutung der Einzelanlagen, welche bei der Betriebskraft des Gases aus früher dargelegten ökonomischen Gründen als schwacher Punkt erscheint namentlich gegenüber der elektrischen Betriebskraft, hat in den letzten Jahren durch die im vorigen Abschnitt erörterten neueren Erfindungen in der Verwendung heizschwacher Gase (Hochofengase 2c.) und der Sauggasmotoren sicherlich an Bedeutung gewonnen. Immerhin

[1]) F. Schäfer, Die Kraftversorgung der deutschen Städte durch Leuchtgas, München und Leipzig 1894. Derselbe, Zur Statistik der Gasanstalten Deutschlands, Zeitschrift für Beleuchtungswesen, 1897, Heft 18. Derselbe, Gas oder Elektrizität?, Wiesbaden 1896. Schilling, Statistische Mitteilungen über die Gasanstalten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, München 1896. P. Scheven, Die Lehrwerkstätte, Tübingen 1894. Lux a. a. O. und im sozialpolitischen Centralblatt, 4. Jahrgang, 1895, Nr. 26.

ist die Entwickelung des Gasmotors in neuester Zeit eine viel langsamere als die der Elektromotoren. Dies ergibt sich, wenn wir den oben (S. 151) mitgeteilten Ziffern über die Zunahme der Elektromotoren in Berlin die Zahl der Gasmotoren, die an das städtische Leitungsnetz Berlins angeschlossen waren, für die 1890iger Jahre gegenüberstellen. Es betrug nach Lux[1]) die Zahl der Gasmotoren, die an das städtische Leitungsnetz angeschlossen waren:

			P.S.
1891/92	1010	mit	4239,25
1892/93	1089	„	4757,50
1893/94	1123	„	5144,75
1894/95	1184	„	5399,75
1895/96	1204	„	5591,50
1896/97	1214	„	5862,50

Die Fortschritte in der Verwendung der Gasmotoren sind also in Berlin nicht nur viel langsamer als die der Elektromotoren, sondern der Elektromotor hat in Berlin den Gasmotor in kurzer Zeit bereits überflügelt. In zahlreichen anderen deutschen Städten dürfte das Verhältnis allerdings noch umgekehrt sein, dadurch daß die Gascentralen für die Versorgung mit Licht, Wärme und Kraft noch eine wesentlich bedeutendere Rolle spielen als die Elektrizitätswerke. In dem Buche von Lux findet sich eine ausführliche Tabelle über den Gaskonsum in größeren deutschen Städten, deren Angaben zum Teil dem statistischen Jahrbuch deutscher Städte entnommen sind. Auch der Gaspreis für motorische Zwecke in den einzelnen Städten ist hier verzeichnet. Er beträgt am häufigsten 10, 12, 13 Pfg., steigt aber auch auf 15 und 18 und sinkt auch in einigen Städten auf 6 und 8 Pfg. Unter Berücksichtigung der durch die Berufszählung vom Jahre 1895 ermittelten Thatsache, daß in den deutschen Gasanstalten 12302 Personen als Arbeiter beschäftigt sind, und daß sich diese Ziffer für den durchschnittlichen Jahresbetrieb auf etwa 16400 erhöhen dürfte, macht Lux in seinem mehrfach citierten Buch über die Gas- und Elektrizitätswerke einige zutreffende Bemerkungen über die nationalökonomische Bedeutung dieser Gasindustrie. Wie wir vorhin mitgeteilt haben, beträgt die Leistung der deutschen Gaswerke etwa 1 Milliarde cbm Gas, wozu noch die Verteilung an die Gebrauchsstellen kommt. Würde diese Menge für motorische Zwecke allein verwendet, so würde sie ausreichen, um mehr als 1,2 Millionen

[1]) Lux a. a. O.

Pferdestärken fortwährend zu erzeugen. „Auf keinem Gebiete der industriellen Thätigkeit," sagt Lux, „von Elektrizitätserzeugung abgesehen, erblicken wir eine auch nur annähernd ähnliche Fruchtbarkeit der menschlichen Arbeit; und auch hier wird diese Fruchtbarkeit der menschlichen Arbeit durch die im großartigsten Maßstabe durchgeführte Centralisation ermöglicht. Rechnet man im Durchschnitte nur 3 Pfg. als Ueberschuß des Gaspreises pro Kubikmeter über die Erzeugungskosten, so würde sich der durch die Gasproduktion von den ca. 16400 Personen jährlich neugeschaffene Wert auf ca. 30000000 Mk. beziffern."

Damit glauben wir ein Bild von der in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft wirksamen Betriebskraft im Deutschen Reich überhaupt auf Grund der besten Quellen gegeben zu haben. Gewiß lassen sich noch viele Einzelheiten aus Verwaltungsberichten und einzelstaatlichen Statistiken hinzufügen, auch über die verhältnismäßig geringe Verbreitung der freien Kleinmotoren, besonders der Petroleum- und Spiritusmotoren in Deutschland ließe sich manches sagen. Wir werden darauf noch zurückkommen.

3. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte und die Industrie.

Das Interesse der Industrie, d. h. der Großbetriebe in den verschiedenen Gruppen der Gewerbestatistik an der technischen Betriebskraft läßt sich zunächst ganz allgemein aus der Reichsstatistik dadurch entnehmen, daß man bei der Aufteilung der technischen Betriebskraft auf die Betriebe die Größe derselben berücksichtigt. In seinen Arbeiten über die Ergebnisse der Gewerbezählung des Jahres 1895 hat Zahn eine solche Ausscheidung der auf die Großbetriebe kommenden Betriebskräfte durchgeführt. Danach ergibt sich, daß die Betriebe mit über 20 Personen von der Gesamtzahl der Betriebe zwar nur 1,6 % von der Gesamtzahl der Motorenbetriebe aber bereits 17,7 % ausmachen und von der Gesamtkraft der technischen Betriebskräfte im Gewerbe nicht weniger als 75,9 % verwenden. Während der Prozentsatz der gewerblichen Betriebe überhaupt, welche Motoren verwenden, ein sehr geringer ist (4,5 %), gebrauchen von diesen größeren Betrieben mit über 20 Personen

über die Hälfte technische Betriebskräfte, wobei durchschnittlich auf jeden dieser Betriebe, die Motoren benutzen, 87 P.S. treffen. In den sogenannten Riesenunternehmungen mit über 1000 Personen, die der Zahl nach noch nicht $^1/_{10\,000}$tel aller Betriebe darstellen, sind 5 % des Personals und 20 % der motorischen Kräfte zu finden. Auf jeden dieser Betriebe kommen durchschnittlich 1900 Personen und 2250 P.S.; 1000 Personen der Riesenbetriebe werden durch 118,2 P.S. unterstützt, während 100 Personen im Kleinbetrieb nur 8,4 P.S. an technischer Betriebskraft zur Seite haben. Am zahlreichsten sind die Großbetriebe in der Textilindustrie, in der chemischen Industrie, im Bergbau und in der Maschinenindustrie. Fast $^2/_3$ — im Bergbau sogar 95 % — aller Gewerbthätigen arbeiten hier in Unternehmungen mit über 50 Personen. In den erwähnten Riesenbetrieben mit über 1000 Personen sind 500000 Personen thätig, welche auf 65 von den 320 in der Statistik unterschiedenen Gewerbsarten entfallen. Auch für diese höchste Betriebsgröße steht der Bergbau wieder oben an. Aus diesen Angaben ersieht man deutlich, welch überwiegendes Interesse an der technischen Betriebskraft die größeren Betriebe unter den Gewerben, also die sogenannten Industrien haben. Dazu kommt, daß die Verwendung der technischen Betriebskraft in der Industrie sich fortwährend weiterentwickelt, ja, daß Fortschritte in der Betriebskraft ganz neue Industrien hervorrufen. Zum Beweis hierfür mögen einige Thatsachen dienen, die wir aus der unabsehbaren Mannigfaltigkeit des modernen industriellen Lebens herausgreifen wollen, während es unmöglich unsere Sache sein kann, die Bedeutung der technischen Betriebskräfte für alle industriellen Thätigkeiten im einzelnen darzustellen.

So ergibt sich die steigende Bedeutung der technischen Betriebskraft für unsere Textilindustrie und die vielseitige Verwendung der verschiedenen Arten von Motoren in derselben aus folgenden Thatsachen[1]): In der Textilindustrie wurden Motorbetriebe gezählt:

im Jahre	1875	5008
„ „	1882	7810
„ „	1895	10409

[1]) Zahn, Die Entwickelung der deutschen Textilindustrie in Conrads Jahrbüchern für Nationalökonomie 1898. Die verschiedenen Jahrgänge bei der obigen Statistik sind allerdings, wie Zahn selbst hervorhebt, nicht genau vergleichbar.

und als Stärkegrad dieser verwendeten Elementarkraft

	Pferdestärken
im Jahre 1875	174071
„ „ 1895	514986

ermittelt. Von den 10409 Motorenbetrieben benutzen:

	Betriebe	Pferdestärken
Wind	16	—
Wasser	1939	65125
Dampf	7689	446289
Gas	1151	2858
Petroleum	100	278
Benzin, Äther	194	337
Heißluft	39	67
Druckluft	2	32
Elektrizität	168	—
Betriebe mit Dampfkessel ohne Kraftübertragung, Dampffässern	1065	—
Betriebe mit Dampf-, Segelschiffen	1	—

Für die Montanindustrie, deren besonders große Interessen an der technischen Betriebskraft wir schon wiederholt hervorgehoben haben, halten wir die Ziffern, welche eine amerikanische Fachzeitschrift[1]) über die Verwendung der technischen Betriebskraft im Kohlenbergbau Nordamerikas mitteilt, für besonders bemerkenswert, und nur solche wenige Belege können wir ja aus der Fülle des Materials hervorheben. Danach betrug die Gesamtkohlenförderung der Vereinigten Staaten:

Tonnen	
1891	1897
111772588	140037905.

Die Gewinnung mittels Maschinen

Tonnen	
1891	1897
6211732	22649220
1891	1897
Somit in % 5,56	16,17

	1891	1897
Zahl der beteiligten Staaten	7	22
„ „ „ Gruben	51	211
„ „ „ Kohlengewinnungs-maschinen	545	1988

Ein der allerneuesten Zeit angehörender Fortschritt in der Technik des Bergbaus ist die weitgehende Verwendung der elektrischen Kraft-

[1]) Annual report of the geological survey, Washington 1901.

übertragung in der gesamten Montanindustrie[1]). Nachdem die Frage der elektrischen Wasserhaltung, d. h. die Verwertung elektrischer Kraftanlagen zum Betriebe unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen selbst in großen Teufen als gelöst zu betrachten ist, nehmen die elektrischen Centralanlagen in den Bergwerken immer mehr an Bedeutung und Größe zu. Dynamos mit 1000 und 1500 P.S. sind bereits häufig zu finden. Die elektrische Kraftübertragung hat dabei den großen Vorzug, daß sie ein solches Bergwerk, dessen Ausdehnung oft mehrere Kilometer beträgt, überallhin mit Kraft versieht, was bei dem geringen Kraftverlust, den die elektrische Uebertragung, wie wir im vorigen Abschnitt dargelegt haben, mit sich bringt, eine bedeutende Ersparnis gegenüber der Arbeit einer ganzen Anzahl im Bergwerk verteilter Dampfmaschinen bedeutet. Namentlich wenn Hüttenwerke, Metallverarbeitungsfabriken, ja selbst Maschinenfabriken direkt im Anschluß an das Bergwerk vorhanden sind, ist die Anlage einer großen elektrischen Centrale von größtem ökonomischen Vorteil und diese verdrängt deshalb immer mehr die im Bergbau früher üblichen Dampfrohrleitungen mit ihren Kondensationsverlusten, sowie auch die Druckluft- und Druckwasseranlagen. Als Betriebskraft dieser elektrischen Centralen kommen neuerdings außer der Dampfkraft die Motoren mit Hochofengasen in Verwendung und, wo die Verhältnisse es gestatten, natürlich auch die Wasserkraft. Die große Bedeutung der Wasserkraft mit elektrischer Kraftübertragung für die Entwickelung des Bergbaues besonders in entlegenen Gebieten und Gebirgsländern betont sehr zutreffend Köttgen mit folgenden Ausführungen: „Die Ausnutzung von Wasserkräften findet man seltener bei Hüttenwerken, dafür häufiger bei Bergwerken. Es ist dies wohl auch zu verstehen, da Wasserkräfte, besonders solche, welche wirtschaftlich vorteilhaft auszunützen sind, in der Regel im Gebirge vorkommen, Hüttenwerke aber so angelegt werden, daß sich keine schwierigen Transportverhältnisse ergeben. Bergwerke dagegen, besonders Erzbergwerke findet man gerade häufig im Gebirge, wie z. B. bei uns in Deutschland im Harz und im sächsischen Erzgebirge, vor allem aber im Aus-

[1]) Für das Folgende vergleiche namentlich: Köttgen, Die elektrische Kraftübertragung in Berg- und Hüttenwerken. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes. Berlin 1901; ferner auch Die elektrische Kraftübertragung im Steinkohlenbergbau in der Zeitschrift für Elektrotechnik. 1901. Nr. 34 und 39.

lande, in den Gebirgen Schwedens, Mexikos, Chiles, Sumatras, Japans, Australiens. Es sei erwähnt, daß in einzelnen Fällen ein Abbau der Bergwerke im großen unter Anwendung maschineller Arbeit erst bei Anwendung der elektrischen Kraftübertragung möglich geworden ist. Dieser Fall trifft dort zu, wo die Erschließung der Erzbergwerke weit ab von der Küste in wegloſem Terrain auszuführen wäre, wo sich aber die glückliche Gelegenheit geboten hat, mit Hilfe der elektrischen Kraftübertragung in der Nähe befindliche Wasserkräfte für die maschinelle Arbeit heranzuziehen". Wo die billige Wasserkraft und die gleichfalls sehr billige Kraft der Hochofengase nicht vorhanden sind, werden natürlich für solche elektrische Anlagen in großen Bergwerken die stärksten modernen Dampfmaschinen zur Krafterzeugung für die Dynamos verwertet, nämlich Kondensationsmaschinen mit zweifacher und dreifacher Expansion, Dampfüberhitzung, Dampfhochdruck in den Kesselanlagen, mechanischer Feuerbeschickung u. s. w. Vielfach handelt es sich ja, wenn zu dem Bergwerke noch ein Hochofenwerk, ein Stahl- und Walzwerk hinzukommt, um eine Energieversorgung auf 10—15 km. Bei solchen gewaltigen Anlagen zeigt sich der große Fortschritt der elektrischen Kraftübertragung in seinem vollen Umfange.

Abgesehen von der leichten Handhabung der mit elektrischem Strome versehenen, vielfach transportablen Arbeitsmaschinen erscheint die elektrische Leitung durch das Bergwerk selbst wesentlich betriebssicherer als die frühere, vielfach notwendige Dampfleitung. Nur gegenüber den früheren Druckluftanlagen, welche ja auch die Bohr-, Haspel- und anderen Arbeitsmaschinen mit Kraft versorgten, hat die elektrische Kraftübertragung den Nachteil, daß sie nicht gleichzeitig in so günstiger Weise der Luftzufuhr und der Ventilation im Bergbau dient; auch die Zündung schlagender Wetter durch elektrische Funken ist noch ein Mißstand, der aber durch geeignete Sicherheitsvorrichtungen vermindert werden kann. Ebenso scheint auch die Schwierigkeit, die ganz großen Maschinen mit elektrischer Kraftübertragung zu betreiben, durch die Fortschritte der Elektrotechnik gehoben zu werden. „Es wird der allernächsten Zukunft vorbehalten sein," schreibt Köttgen[1]), „nachdem die größten Wasserhaltungen schon elektrisch

[1]) Köttgen a. a. O.

betrieben werden, die großen Fördermaschinen und die schweren Walzenstraßen folgen zu lassen."

Eine andere Industrie, die der neueren Entwickelung der technischen Betriebskräfte und zwar speziell der Verbindung der Wasserkraft mit elektrischer Übertragung geradezu ihre Entstehung verdankt, ist die elektrotechnische und elektrometallurgische Industrie. Sie ist ebenso wie ihre spezifische Betriebskraft, nämlich die hydroelektrische Kraft, ein Produkt der allerneuesten Zeit. Einer ihrer hervorragendsten Artikel, das Calciumkarbid, kam als industrielles Erzeugnis erst im Jahre 1894 in den Handel, nachdem wenige Jahre vorher die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt die elektrische Übertragung der Wasserkraft gewissermaßen in die Reihe der technischen Betriebskräfte eingeführt hatte. Freilich war das Calciumkarbid, aus welchem bekanntlich das Acetylengas hergestellt wird, schon 1836 von Darry und Wöhler chemisch dargestellt worden, allein die industrielle Verwertung der letzten Jahre ist erst durch die Verwendung des sogen. elektrischen Ofens, in welchem der Stoff aus seinen Grundstoffen Kalk und Kohle, bezw. Koks mittels der intensiven Hitze des elektrischen Lichtbogens hergestellt wird, möglich geworden. Zur Fabrikation dieses Artikels, welche bereits in Überproduktion ausgeartet ist, sind denn auch zur Zeit schon Wasserkräfte mit vielen Tausenden von Pferdekräften in Verwendung. Ein bekannter Artikel der elektrometallurgischen Industrie ist das Aluminium, dessen Erfindung gleichfalls erst vor wenigen Jahren erfolgte. Wichtig ist eine Mitteilung, die Professor Förster beim heurigen (1902) elektrochemischen Kongreß in Würzburg machte, wonach auch der Graphit in Amerika bereits im elektrischen Ofen gewonnen wird, und Hoffnung besteht, daß der für die Bleistiftfabrikation so wichtige Graphit in Bälde auch bei uns durch die elektrochemische Industrie billig geliefert werden könne. Wenn man erwägt, wie manche Industrien durch die natürliche Seltenheit einzelner Rohstoffe, wie Graphit, Speckstein u. s. w., geradezu ein Monopol erhielten, wenn sie in den Besitz der Erzeugungsstätten solcher Rohmaterialien gelangten, so kann man ermessen, welche Umwälzungen der an den Erden und Steinen der Gebirgsländer arbeitende elektrische Ofen in Zukunft noch für die Industrie zu bringen vermag.

Die Verwertung der Wasserkräfte in den Gebirgen beruht deshalb auch in erster Linie auf der Hoffnung einer Verwendung zu

elektrochemischen Zwecken. In dem Buche von Tavernier[1]) über die Wasserkräfte in den Alpenländern wird sogar die elektrochemische Industrie als der derzeitige einzige Verwendungszweck der großen Wasserkräfte in den französischen Alpen, so weit sie an Ort und Stelle verbraucht und nicht ferngeleitet werden, hingestellt. Tavernier glaubt, daß die Fabrikation des chlorsauren Salzes von Pottasche, des Karborundums u. s. w. nicht sehr ausdehnungsfähig erscheint, dagegen die des Aluminiums sich regelmäßig entwickele und die des Calciumkarbids sich zu rasch ausgedehnt habe. Auch die Soda wird in großen Werken mit Wasserkraft zweckmäßig fabriziert. Wenn es möglich wäre, meint Tavernier, den Stickstoff der Luft elektrochemisch zu gewinnen, so hätte man allerdings einen Artikel, dessen zukünftige Fabrikation unbegrenzt wäre. Die meisten der Wasserkräfte Savoyens und der Isère seien verkauft oder vermietet an elektrochemische Industrien. Der Preis von 30 Fcs. für die Pferdekraft sei dabei das Minimum, das ziemlich oft erreicht werde, aber unter welches man nicht herabsteige; doch kämen auch höhere Preise bis zu 100 Fcs. bei großen Betrieben in den Gebirgsländern vor. In Meran werde ein Wasserfall von 90 m mit 7—12 cbm Wasser, welcher 6300—10800 P.S. liefere, für elektrochemische Industrien verwendet, welche 59 Fcs. für die Wasserkraft, gemessen am Betriebsorte, bezahlen. In Frankreich seien die elektrochemischen und elektrometallurgischen Betriebe meistens nicht Pächter, sondern Besitzer der Wasserkräfte, welche sie notwendig haben. Sie seien dadurch sicher gestellt, wenn sie auch zunächst nicht die ganze Kraft verwerten können[2]), und halten sich lieber die Konkurrenz vom Leibe, als daß sie von ihrer Wasserkraft abgeben.

Wie in den westlichen Alpen, so wird auch in den österreichischen

---

[1]) Tavernier a. a. O.

[2]) „En general, dans les grandes usines électro-métallurgiques ou électro-chimiques françaises, les prises d'eau et les dérivations, parfois aussi les tuyaux ou conduites forcées, sont établis pour la quantité d'eau maximum portée au tableau; mais les turbines, le dynamos ne sont établisque pour des forces bien moindres. Il ne faudrait donc pas prétendre tirer de la lecture des tableaux en question des indications certaines et réelles sur les débouchés actuels que présentent pour les grandes forces hydrauliques les industries électro-chimiques. En cette matière, les prévisions les plus optimistes sont permises; mais elles ne sont pas encore fondées sur une longue expérience". Tavernier a. a. O.

Gebirgsländern die Zukunft der Wasserkraftverwertung auf die weitere Entwickelung der elektrochemischen Industrie gesetzt. Was man sich in dieser Beziehung erhofft, ergibt sich aus einer von den Handels- und Gewerbekammern in Tirol kürzlich herausgegebenen Denkschrift über die Verwertung der dortigen Wasserkräfte[1]). Hier finden wir außer einer Statistik über die noch nutzbaren Wasserkräfte, auf welche wir noch zurückkommen werden, folgende Darstellung ihrer wichtigsten Verwendungszwecke: „Gerade die häufigsten Gesteins- und Bodenarten blieben bisher auf diese Art fast ohne Nutzen, so unsere großen Kalk- und Sandsteingebirge, unsere Granite und Urgebirgsschiefer u. s. w. u. s. w., obwohl wir wissen, daß ihre Hauptbestandteile die hochwichtigsten Elemente, wie Calcium, Silicium, Aluminium u. s. w. sind. Und hier setzt abermals die neue Zeit ein. Die Elektrochemie und Elektrolyse werden sich dieser Elemente ebenso bemächtigen, wie sie sich der bislang verwendeten angenommen haben. Die zahlreichen alten Erzbaue in unseren Gebirgen werden durch die neuen Scheide- und Gewinnungsmittel wieder lukrativ werden. Neben dem Calciumkarbid, dem Aluminium und gar manchem anderen wird man an die Gewinnung der hochwichtigen Eisensilicide, Calciumnitride, Calciumcyanide (z. B. zur Ammoniakgewinnung im großen) und gar vieler anderer noch unbekannter Verbindungen gehen. Der elektrische Ofen wird in absehbarer Zeit fähig werden, in der Großindustrie Verwendung zu finden, und neben ihm werden andere Entdeckungen weitere Industrien in unseren Alpenländern entstehen lassen, ich erinnere z. B. nur an das Goldschmidtsche Verfahren zur Metallreduktion mittels Aluminiums, das die Herstellung des letzteren Metalls im großen allein schon rentabel machen würde." Für eine fernere Zukunft wird in dieser Schrift auch die Erzeugung von Exportelektrizität als eine Hauptindustrie der Gebirgsländer hingestellt, wobei natürlich eine wesentliche Vervollkommnung der Akkumulatoren vorausgesetzt wird.

Aber nicht bloß die uns naheliegenden Alpengebirgsländer, sondern die Wasserkräfte in allen Teilen der Welt werden bereits für die elektrochemische Industrie in hohem Grade nutzbar gemacht. Einem Vortrage von Professor Borchers bei der Versammlung der Elektro-

[1]) Tirols Wasserkräfte und deren Verwertung. Eine Studie von C. M. Menghins, Innsbruck 1900.

chemiker in Göttingen entnehmen wir über die Ausbeutung der elektrochemischen Industrie und über die geradezu ausschlaggebende Bedeutung der hydroelektrischen Kraft für dieselbe folgende Daten. An ausgebauten und demnächst auszubauenden elektrochemischen Kraftquellen haben verfügbar:

		Wasser-, Pferdekräfte	Dampf- Pferdekräfte	Gas-
Afrika:	Transvaal . . .	—	454	—
Amerika:	Kanada	1 500	—	—
	Vereinigte Staaten	72 300	11 750	2500
Europa:	Belgien	—	1 000	—
	Deutschland . .	13 800	16 173	—
	England . . .	11 500	8 150	20
	Frankreich . . .	110 140	1 300	—
	Italien	29 485	—	—
	Norwegen . . .	31 500	—	—
	Oesterreich . . .	27 000	23	—
	Rußland . . .	6 075	1 500	—
	Schweden . . .	29 000	—	—
	Schweiz . . .	38 950	—	—
	Spanien . . .	7 100	—	—

Es stehen also als technische Betriebskraft der elektrochemischen Industrie 378 000 Wasser-Pferdekräfte gegenüber 40 350 Dampf-Pferdekräften, und wir haben also wohl nicht zu viel gesagt, als wir die Entwickelung dieser Industrie geradezu auf die elektrische Verwertung der Wasserkraft zurückgeführt haben. Es läßt sich wohl kaum in der großen Masse der industriellen Thätigkeiten ein zweiter Fall finden, in welchem das Interesse der Industrie an der technischen Betriebskraft so deutlich hervorgeht wie bei der elektrochemischen Industrie, deren Entstehung und rasche Entwickelung zur Großindustrie wir in den letzten Jahren selbst mit erlebt haben.

4. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte und die Lohnarbeit.

Während die Interessen der Industrie an der technischen Betriebskraft durchwegs einheitliche und ungeteilte waren, treten bei den anderen sozialen Gruppen, denen sich unsere sozialstatistische Untersuchung nunmehr zuwendet, vielfach auch gegnerische Interessen auf. Die Lohnarbeit, soweit sie industrielle Lohnarbeit ist, hat in-

sofern gemeinsame Interessen mit der Industrie, als sie von dem Aufschwunge oder dem Niedergange derselben ganz wesentlich abhängig ist. Der Widerspruch der Interessen, der aus dem Gegensatz vom Kapital und Arbeit überhaupt erfolgt, kann hier nicht erörtert werden, wo es sich nur um die spezielle Bedeutung der technischen Betriebskräfte handelt. Nur der Gesichtspunkt, daß mehr oder weniger kostspielige Betriebskräfte die Bedeutung des Kapitals in der Produktion erhöhen oder vermindern, kann für uns in Betracht kommen und wird auch später noch Berücksichtigung finden. Hier kann nur die Frage erörtert werden, wieweit die technischen Betriebskräfte auf die Lohnarbeit förderlich oder schädlich durch Verminderung derselben einwirken, und zwar kommt dabei für uns nur die industrielle Lohnarbeit in Betracht. Der Unterschied der Interessen der industriellen Lohnarbeit und des Handwerks, auf welches wir im nächsten Kapitel zu sprechen kommen, gegenüber der technischen Betriebskraft spitzt sich in die Frage zu, ob jene die Arbeitsgelegenheit überhaupt oder nur die selbständige Arbeit des gewerblichen Kleinbetriebs zu vermindern geeignet ist. Der landwirtschaftlichen Lohnarbeit gegenüber haben die technischen Betriebskräfte — bei uns in Deutschland wenigstens — keine schädigende Bedeutung, da die ländliche Arbeiterfrage bei uns nicht von einem Überfluß, sondern von einem Mangel an Arbeitern ausgeht. Das Interesse der Landwirtschaft an den technischen Betriebskräften kann deshalb ebenso wie das der Industrie bei unseren deutschen Verhältnissen als ein positives hingestellt werden. Eine weitergehende Verwendung von technischen Betriebskräften in unserer Landwirtschaft wäre nicht bloß ein Hilfsmittel gegen den Arbeitermangel, sondern würde auch auf die landwirtschaftlichen Lohnarbeiter selbst günstig wirken und diesen Stand zu heben geeignet sein. Wenn wir somit die Interessen der Lohnarbeit an der technischen Betriebskraft auf die industrielle Lohnarbeit einschränken, verhehlen wir uns nicht, daß es schwierig, vielfach auch unmöglich ist, die spezielle Wirkung der technischen Betriebskräfte auf eine Vermehrung oder Verminderung der Lohnarbeit auszuscheiden aus der Gesamtwirkung des Maschinenwesens auf dieselbe. Und doch wird man uns zugeben, daß die bloße Erfindung der Dampfmaschine ohne die gleichzeitige hohe Vervollkommnung der Arbeitsmaschinen nur eine leichtere Handhabung der älteren einfachen Arbeitsmaschinen und eine Vergrößerung derselben, sowie ihres Arbeitsproduktes be-

wirkt hätte. Die Mannigfaltigkeit, die detaillierte Ausführung und zugleich Massenhaftigkeit der heutigen Waren wäre ohne die modernen komplizierten Arbeitsmaschinen undenkbar. Es ist dies eine jener Fragen aus dem Grenzgebiete von Technik und Nationalökonomie, die noch zu lösen sind. Soviel scheint uns schon eine weniger eingehende Betrachtung zu ergeben, daß in nationalökonomscher Beziehung die technischen Betriebskräfte von größerer Bedeutung für den ökonomischen Fortschritt und die Arbeitsmaschinen von größerer Tragweite für die soziale Verteilung sind. Eine gewisse Ausscheidung der motorischen Maschinen läßt sich aber schon deshalb rechtfertigen, weil die Wirkung der technischen Betriebskräfte auf die Lohnarbeit sich doch anders gestaltet als der Einfluß der Arbeitsmaschinen. Wir verstehen darunter hier nicht die primitiven Arbeitsmaschinen, wie Werkzeugmaschinen, Hämmer u. s. w., sondern die komplizierten Arbeitsmaschinen der modernen Massenfabrikation. Während die technischen Betriebskräfte den Kraftaufwand des Arbeiters ersetzen, wird durch jene Arbeitsmaschinen mehr die Handfertigkeit vielfach überflüssig gemacht. Es ist bezeichnend, daß sich die heftigste Gegnerschaft gegen die Einführung von neuen Maschinen, die wir in der Geschichte der Technik vielfach kennen lernen, gerade gegen die Erfindung und Einführung neuer Arbeitsmaschinen richtete und nicht gegen neue Motoren. Freilich hat es auch Gegner der Dampfmaschinen und der Lokomotiven gegeben, allein die wichtigeren in der Geschichte bekannten, oft geradezu revolutionären Ausbrüche gegen die Einführung neuer Maschinen bezogen sich auf neue Arbeitsmaschinen. Wir erinnern nur an den Aufstand in Lyon, bei welchem das Bild von Jacquard verbrannt wurde, an die Verfolgung und den Tod Hargraves und an die Hinrichtung des Erfinders der Bandmühle in Danzig. Auch die Geschichte der technischen Ideen hat ihre Galileis, ihre tragischen Helden, die verfolgt und verbrannt wurden. Wir haben heute in unseren Agrar- und Mittelstandsparteien, d. h. in den radikalen Parteigängern dieser Richtung, noch die letzten Ausläufer der großen Reaktion gegen die moderne Technik, während das Programm der organisierten Industriearbeiter nicht hierher zu rechnen ist, da es mit der Technik der Gegenwart als einem gegebenen Faktor rechnet, und nicht die Technik beseitigen, sondern die Gesellschaftsordnung umgestalten möchte.

Für die Gegenwart finden wir die Bedeutung der Arbeits-

maschinen gegenüber den Betriebskräften überhaupt gut gewürdigt in einem Aufsatze von Zahn über die letzte reichsstatistische Aufnahme der Gewerbe vom Jahre 1895[1]). Zahn sagt hier von den neueren, technisch vollkommenen Arbeitsmaschinen: „Sie erlauben, größere Kräfte auszuüben, lassen größere Geschwindigkeiten erzielen, vermehren die Arbeitsquantität und gestalten die Produktion gegenüber der Handarbeit häufig besser und billiger. Begreiflicherweise bedeutet die Benützung von dergleichen technisch sehr vervollkommneten Arbeitsmaschinen eine namhafte Steigerung der Produktivkraft der Großbetriebe und erscheinen daher die Fortschritte, die neuerdings hinsichtlich der Arbeitsmaschinen erzielt worden, für die Entfaltung des Großgewerbes vielleicht noch wichtiger als die hinsichtlich der Motoren. Ohne Zweifel steht aber der Maschinenwirtschaft noch Größeres bevor, gewisse Ansätze lassen darauf schließen, man sucht Arbeitsprozesse, die bisher auf besonderen Maschinen ausgeführt wurden, mittels sinnreicher Vorkehrungen auf einer einzigen zu erledigen, ich erinnere nur an die Rotationspressen in gewissen Druckereien, durch sie werden die Bogen nicht nur fertig gedruckt, sondern geschnitten, gefaltet und regelrecht übereinandergelegt, ferner an die Briefumschlagmaschinen, denen die fertig zugeschnittenen Papierblätter zugeführt werden; sie besorgen das Abheben des einzelnen Blattes vom Vorratshaufen, das Falten, Leimen, Kleben, das Trocknen der geleimten, offenen Seite und das Auswerfen der fertigen Umschläge. Der Maschinenbetrieb gelangt so mehr und mehr zu innerer Geschlossenheit, er wird zum selbständigen Organismus, der der menschlichen Unterstützung immer weniger bedarf, er arbeitet mit fortgesetzt höherer

---

[1]) Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1900. Nach Zahns Darstellung setzt der mechanische Webstuhl den Textilarbeiter in den Stand, durchschnittlich mindestens das Dreifache von dem zu produzieren, was er ehedem auf dem Handstuhl fertig brachte; die Nähmaschine liefert bei Motorenantrieb 1200—1500 Stiche (bei Handbetrieb höchstens 700—800) die Minute, bei Schnellpressen kommen bis 20000 Abdrücke in der Stunde vor, auf gewissen Spinnmaschinen laufen mehr als 1000 Spindeln. Wie sehr diese Vorzüge vom Großbetriebe ausgenützt werden, beweist die Thatsache, daß von den 41000 Jacquardstühlen mit Kraftbetrieb in unserer Gewerbestatistik 40253 auf Betriebe mit über 20 Personen entfallen (nur 96 auf Kleinbetriebe mit bis 5 Personen); von den 10 Millionen Feinspindeln laufen 9,6 Millionen in Großbetrieben. Schnellpressen, deren insgesamt 15460 in 5740 Druckereien benützt werden, gelangen nur 2396 in (1915) Kleinbetrieben, dagegen 7922 in (1257) Großbetrieben zur Verwendung.

Wirtschaftlichkeit; an Zeit und Kosten, insbesondere Arbeitslöhnen, wird zunehmend gespart."

Wenn wir nach Betonung des Unterschiedes zwischen den Motoren und den Arbeitsmaschinen in der Gesamtwirkung des Maschinenwesens die Interessen der Lohnarbeit an den technischen Betriebskräften einer näheren Betrachtung unterziehen, so stellen wir vor allem fest, daß die allgemeinen Anschauungen über das Verhältnis der Lohnarbeit zum maschinellen Fortschritt in den verschiedenen Epochen der neuesten Kulturgeschichte und auch in der Gegenwart noch zwischen dem größten Optimismus und dem ärgsten Pessimismus schwanken. Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wird in Deutschland die Wirkung des Maschinenwesens und insbesondere der Dampfkraft auf die Handarbeit erörtert und einer der ersten, der sich mit dieser Frage beschäftigte, war Goethe. Im 3. Buche seines Romanes Wilhelm Meisters Wanderjahre schildert er die Baumwollenindustrie der Nordschweiz, erzählt, wie die Baumwolle aus der Levante über Triest bezogen wird, wie die schweizerische Hausindustrie diesen Rohstoff verarbeitet, aber bereits durch das Überhandnehmen des Maschinenwesens bedroht wird[1]). Von Goethe bis auf Gerhart Hauptmann ist das Verhältnis der Lohnarbeit zum Maschinenwesen ein Gegenstand der modernen Dichtung geblieben, gleichzeitig hat aber die nationalökonomische Wissenschaft diese Beziehungen aus der Sphäre der schwankenden Meinungen und Gefühle in die der wissenschaftlichen Entwickelungsgeschichte zu heben gesucht und zwar nicht bloß die deutsche, sondern auch die ausländische nationalökonomische Wissenschaft[2]). Wir wollen je einen

[1]) „Das überhandnehmende Maschinen-Wesen," läßt Goethe die Leiterin eines großen Spinnereigeschäftes sagen, „quält und ängstigt mich. Es wälzt sich heran wie ein Gewitter, langsam, langsam; aber es hat seine Richtung genommen, es wird kommen und treffen." — „Hier bleibt nur ein doppelter Weg, einer so traurig wie der andere; entweder selbst das Neue zu ergreifen und das Verderben zu beschleunigen oder aufzubrechen, die Besten und Würdigsten mit sich fortzuziehen und ein günstigeres Schicksal jenseits der Meere zu suchen. Eins wie das Andere hat sein Bedenken, aber wer hilft uns die Gründe abwägen, die uns bestimmen sollen? Ich weiß recht gut, daß man in der Nähe mit dem Gedanken umgeht, selbst Maschinen zu errichten und die Nahrung der Menge an sich zu reißen." — Vgl. dazu Bertheau, Goethe und seine Beziehungen zur schweizerischen Baumwollen-Industrie, Wetzikon 1888.

[2]) Vgl. besonders: Bücher, Entstehung der Volkswirtschaft, Tübingen 1893. Schulze-Gävernitz, Der Großbetrieb, ein wirtschaftlicher und sozialer

Vertreter des Peſſimismus und des Optimismus und zwar aus dem gleichen Lande, aus Frankreich, zu Wort kommen laſſen.

Sismondi hatte ſeinerzeit, als die Wirkungen des Maſchinenweſens ſich bemerkbar zu machen begannen, folgende Grundſätze über das Verhältnis der Maſchine zu der Lohnarbeit aufgeſtellt:

1. La machine chasse l'ouvrier.
2. La machine abaisse le salaire.
3. La machine aggrave le chômage.

Dieſen Sätzen gegenüber ſtellte Levaſſeur[1]) als Ergebnis der Erfahrungen der neueren Zeit folgende Grundſätze über das Verhältnis der Maſchinen zur Lohnarbeit auf.

1. Les machines économisent la main-d'œuvre et font le bon marché des produits.
2. Elles épargnent à l'ouvrier les traveaux les plus durs et rendent le travail manuel moins pénible.
3. Elles rendent la production plus rapide et plus abondant et, partout, elles accroissent la richesse.
4. Elles augmentent la puissance d'action de l'homme sur la nature, en augmentent considérablement sa force et en lui communiquant les qualités dont ses organes n'étaient pas capables.
5. Elles sont jusqu'à un certain point une garantie contre le chômage.
6. Elles disciplinent le travail.

Hier ſtehen ſich ein Vertreter der beginnenden ſozialiſtiſchen Reaktion des 19. Jahrhunderts und ein Vertreter des ausdauernden ökonomiſchen Liberalismus des 20. Jahrhunderts in ihren Anſchauungen ſchroff entgegen. Dazwiſchen ſtehen Parteianſchauungen aller Schattierungen. Die einen erhoffen von der Technik die Aufhebung aller Sklaverei[2]) und die Verwirklichung des Gleichheitsideales, die anderen ſehen in derſelben eine fortwährende Neubegründung von Abhängigkeitsverhältniſſen[3]).

Fortſchritt, Leipzig 1892. Levaſſeur, De l'influence du developpement des machines sur le sort des ouvriers. Referat in der Société d'économie politique, abgedruckt im Journal des économistes 1898.

[1]) Levaſſeur a. a. O.

[2]) Riedler ſchreibt, „die Rolle der Befreiungsarbeit iſt von den Sklaven auf die Maſchinen und Naturkräfte übergegangen". (Unſere Hochſchulen ꝛc. Berlin 1898.)

[3]) Sombart a. a. O.

Wenn wir von diesen zum Teil extremen Meinungen zu den sozialstatistischen Thatsachen zurückkehren, so ist bezüglich des Einflusses der technischen Betriebskräfte auf die Lohnarbeit vor allem darauf hinzuweisen, daß die gewiß große Masse der in der Industrie wirksamen technischen Betriebskräfte auch noch überschätzt wird, indem übersehen wird, daß ein beträchtlicher Teil der Betriebskräfte, bei der Dampfkraft sogar 70% aller in den Kulturländern vorhandenen Dampfkräfte, auf das Verkehrswesen entfällt[1]). Erwähnt sei dabei, daß auch bei den modernen Verkehrsmitteln, welche ja nichts anders als eine Industrialisierung des Transportgewerbes — Fabriken des Verkehrs — darstellen, ähnliche Erscheinungen zu Tage treten wie bei der Industrie gegenüber der Lohnarbeit. Auch in der Entwickelung des Transportwesens wird relativ genommen der Arbeitsfaktor, die organische, d. h. menschliche oder tierische Arbeit, mehr und mehr zurückgedrängt, während die Bedeutung des Kapitals, zuerst die des Betriebskapitals, dann die des festen Kapitals steigt. Ganz im gleichen Verhältnis zur Verminderung der menschlichen und tierischen Arbeitsleistung steigt, auf die Einheit der Transportleistung bezogen, der Aufwand an flüssigem Kapital für die Erhaltung des Weges, der Fahrzeuge, der tierischen Kraft, sowie die Entlohnung menschlicher Arbeit. In gleichem Maße wird aber auch Kapital festgelegt. Das eine ist durch das andere bedingt. „Das Fortschreiten der Technik," sagt Weichs-Glon[2]), erfolgt nach beiden Richtungen hin, immer aber zielt es ab auf eine Eliminierung der organischen Arbeit und des beweglichen Kapitals durch fixes Kapital. Nicht in der Weise, daß die beiden ersteren ganz aus der Welt geschafft werden sollen, im Gegenteil, es erfahren beide sogar fast immer eine absolute Erhöhung. Das gesamte Anlagekapital der Eisenbahnen der Erde beträgt heute über 160 Milliarden Francs; es steigt in großen Ziffern mit jedem Kilometer Bahnbau. Aber niemals waren im Transportgeschäfte mehr Menschenhände und Köpfe beschäftigt, nie war der absolute Aufwand an flüssigem Kapital

[1]) Lexis im Handwörterbuch der Staatswissenschaften. Nach Abzug der auch früher schon durch mechanische Kraft, wie Wasserkraft u. s. w., erfolgten Arbeitsleistungen kommt Lexis zu dem Resultat, daß vielleicht nur 10—12% der vorhandenen Dampfkraft direkt mit der formenden menschlichen Arbeitskraft konkurrieren.

[2]) Weichs-Glon, Das finanzielle und soziale Wesen der Verkehrsmittel, Tübingen 1894.

für die Betriebsführung der modernen Verkehrsanstalten ein größerer als heute; er steigt mit jedem Tage. Nie aber waren auch die Kosten für die Einheit einer Transportleistung kleinere wie eben heute; sie sinken mit jedem neuen technischen Fortschritte. Dies wird nur durch die zunehmende Kapitalsfixierung ermöglicht. Der Kapitalsfaktor ist es, der gegenwärtig, wie auf allen Gebieten intensiver wirtschaftlicher Thätigkeit, auch im Verkehrswesen vorherrscht."

Was hier von dem Verkehrswesen gesagt ist, gilt zum großen Teil auch für die Industrie. Auch hier ergibt sich bei relativ verminderter Bedeutung der Lohnarbeit eine absolute Zunahme derselben, während gleichzeitig die Bedeutung des Kapitals zunächst steigt. Weiterhin aber steigt wieder die Bedeutung des Arbeitsfaktors. In letzterer Beziehung hat Schulze-Gävernitz[1]) aus der Entwickelung der englischen Baumwollenindustrie folgende Grundsätze abgeleitet. Auf ein bestimmtes Produkt der Industrie bezogen, nehmen die auf Kapital und Arbeit kommenden Beträge mit der großindustriellen Entwickelung absolut ab und es tritt Verbilligung des Produktes ein; der auf das Kapital bei einem bestimmten Produkt kommende Betrag nimmt nicht nur absolut ab, sondern auch relativ im Verhältnis zur Arbeit; der auf die Arbeit kommende Betrag innerhalb des Produktionsprozesses einer bestimmten Ware nimmt zwar absolut ab, dagegen relativ zu; die Zunahme der nationalen Gesamtproduktion ermöglicht zwar für Arbeit und Kapital an sich absolut größere Beträge, dagegen nimmt der Anteil des Kapitals relativ ab, der der Arbeit relativ zu.

Der Umstand, daß das Kapital einen großen Einfluß auf die industrielle Arbeit hat, macht sich aber auch darin geltend, daß auch heute noch der Anteil der Lohnarbeit an der industriellen Produktion ein bedeutender ist, wenn die Beschaffung von Kapital schwierig ist, und daß umgekehrt der Anteil des in den maschinellen Hilfsmitteln festgelegten Kapitals in der industriellen Produktion die Tendenz zum Steigen hat, wenn die Lohnarbeit schwierig zu bekommen ist, beziehungsweise, wenn die Arbeitslöhne sehr hohe sind. So ist es z. B. noch nicht gelungen, im Kaffeebau unserer ostafrikanischen Kolonien Kaffeeschälmaschinen einzubürgern, weil dort die sehr niedrigen Arbeitslöhne von etwa 25 Pfg. pro Tag die Anschaffung und Verzinsung dieser Maschinen nicht wirtschaftlich erscheinen lassen.

[1]) Vgl. Schulze-Gävernitz a. a. O.

Andererseits hat die bei der wirtschaftlichen Hochkonjunktur der 1890iger Jahre erfolgte Steigerung der Arbeitsnachfrage und der Löhne direkt auf eine beträchtliche Vermehrung der motorischen Maschinen in der deutschen Industrie hingewirkt[1]). Von diesen örtlichen und zeitlichen Schwankungen abgesehen, geht die Tendenz der industriellen Entwickelung im allgemeinen auf eine Steigerung des Anteils der Lohnarbeit an der industriellen Produktion. Der Umstand, daß in den Übergangszeiten vielfach zunächst eine relative Verminderung und nicht gleich die absolute Steigerung zu Tage tritt, verursacht die verschiedenen Krisen, wie wir sie besonders in der Textilindustrie in Flandern oder im Erzgebirge u. s. w. erlebt haben. Auf solche Einzelerscheinungen wurden dann auch die pessimistischen allgemeinen Anschauungen über die Wirkungen des Maschinenwesens begründet und in den weitesten Kreisen verbreitet. Zurückgegangen ist die Arbeiterzahl nur in der Leinen- und Seidenindustrie, aber nicht der Maschinen wegen, sondern infolge der ungünstigen wirtschaftlichen Konjunkturen[2]).

Wie sich die Arbeitsgelegenheit in den verschiedensten Industriezweigen trotz der Vermehrung der technischen Betriebskräfte steigerte, ergibt sich aus nachfolgenden statistischen Thatsachen. Vor allem ist eine Vergleichung der Bevölkerungszunahme mit der Zunahme der technischen Betriebskräfte überhaupt von Interesse, weil sich eine Abnahme der Arbeitsgelegenheit in der Industrie, wenigstens in den industriellen Ländern, auch in der Bevölkerungsstatistik kundgeben müßte. Nach Levasseur[3]) ist in England die Bevölkerung von

---

[1]) Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900.

[2]) Lexis a. a. O.

[3]) Levasseur a. a. O. stellt die Bevölkerungsziffern von 14 Departements, welche die meisten Dampfpferdekräfte aufweisen gegenüber 11 Departements, in welchen die geringste Summe von Dampfkraft thätig ist. Die entsprechenden Bevölkerungsziffern sind folgende:

Bei den 14 industriellen Departements:

1836	8026000	Einwohner
1881	11510000	„
1891	12267000	„
1896	12696000	„

Bei den 11 Departements ohne Entwickelung der technischen Betriebskräfte:

1836	2655000	Einwohner
1881	2659000	„
1891	2603000	„
1896	2552000	„

1850 bis 1890 von 27,7 Millionen auf 38,1 Millionen gestiegen, während die Summe der Pferdekräfte der Dampfmaschinen in England während der gleichen Zeit von $1^1/_3$ Millionen (1850) auf $9^1/_2$ Millionen (1890) sich steigerte. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika steht in den Jahren 1860—1890 eine Verdoppelung der Bevölkerung gegenüber einer Vervierfachung der Summe der gewerblichen Betriebskräfte. In Frankreich zählte man 1840 56000 Dampfpferdekräfte und 34,2 Millionen Einwohner und 1896 5,7 Millionen Dampfpferdekräfte und 38,3 Millionen Einwohner. Diejenigen Departements in Frankreich, welche keine Bevölkerungszunahme aufweisen, haben auch keine Zunahme der gewerblichen Betriebskräfte erhalten, während die industriellen Departements in ihrer Bevölkerungsziffer bedeutend zugenommen haben[1]). Es zeigt sich bei den Departements im kleinen dieselbe Erscheinung, wie bei den großen Industriestaaten Nordamerika, England u. s. w. im großen. Für England hat Julius Wolf[2]) die Entwickelung der industriellen Arbeitsgelegenheit in den Jahren 1841 bis 1881, während welcher Zeit die englische Gesamtbevölkerung um 30 % gestiegen ist. einer näheren Betrachtung unterzogen. Danach war in den verschiedenen Industriezweigen folgende Arbeiterzahl beschäftigt:

	1841	1861	1881	also Zunahme 1841–1881
Chemische Industrie .	7000	31000	55000	685,7 Prozent
Papierindustrie . . .	15000	32000	61000	306,7 „
Lederindustrie . . .	44000	65000	72000	63,6 „
Keramische Industrie .	34000	61000	78000	118,4 „
Nahrungsindustrie . .	119000	190000	230000	93,3 „
Handwerker	197000	265000	286000	45,2 „
Metallindustrie . . .	250000	451000	572000	119,8 „
Bekleidungsindustrie .	795000	1230000	1223000	53,9 „
Verschiedene Industrien	195000	382000	675000	246,2 „

[1]) Für den Beweis der Arbeitsgelegenheit ist dieses allerdings bedeutsam, sonst aber kann man mit diesen Daten Levasseurs sozialpolitisch nicht viel anfangen, solange nicht nachgewiesen ist, inwieweit diese Bevölkerungszunahme der Departements aus Zuwanderungen von anderen Gegenden oder aus der Nachkommenschaft der industriellen Arbeiter herzuleiten ist.

[2]) J. Wolf, Sozialismus und kapitalistische Gesellschaftsordnung, Stuttgart 1892. Über den Einfluß der Maschinen auf die Lohnarbeiter in der englischen Textilindustrie, vgl. auch Schulze-Gävernitz a. a. O.

Für die englische Textilindustrie, für welche Wolf für 1881 noch einen Rückgang der Arbeiterzahl konstatieren mußte, haben neuere Untersuchungen ergeben, daß auch in dieser Industrie in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts der Moment der absoluten Zunahme der Arbeitsgelegenheit erreicht worden ist. Die Zahl der Arbeiter wenigstens in den, der Fabrikgesetzgebung unterstehenden Betrieben der englischen Textilindustrie ist nämlich von 907230 im Jahre 1870 auf 1084631 im Jahre 1890 gestiegen, wenn auch die Zahl der Spindeln und Kraftstühle in noch stärkerem Verhältnis gewachsen ist[1]).

Der Grund für die absolute Zunahme der Arbeitsgelegenheit in der Industrie ist in letzter Linie in der Steigerung der Produktivität der industriellen Arbeit infolge der maschinellen Hilfsmittel zu suchen. Die Verbilligung des Produktes steigert den Verbrauch und ist zugleich der wirksamste Schutz gegen die gefürchtete Verminderung der Arbeitsgelegenheit. „Denn was der Konsument an dem Preise irgend einer Ware erspart, wird er entweder zur Bethätigung größerer Nachfrage nach dieser oder nach anderen Konsumtionsgütern oder, nach Ansammlung eines größeren Betrags, als Kapital zur unmittelbaren oder mittelbaren Beförderung irgend einer Art der Produktion verwenden. In beiden Fällen aber entsteht auch ein Mehrbedarf an Arbeit, der die arbeitsparende Wirkung der Maschinen wieder ausgleicht[2])." Wenn wir oben berechnet haben, daß die 55 Millionen betragende Bevölkerungsziffer des Deutschen Reiches um 82 Millionen vermehrt werden müßte, wenn die gleiche Produktion wie jetzt mit den Maschinen, durch Menschenkraft in Deutschland erzeugt werden sollte, so dürfen wir an dieser Stelle hinzufügen, daß sich alsdann in logischer Konsequenz das Durchschnittseinkommen des einzelnen aus der Produktion im Verhältnis von $55 : (55 + 82) = 137$ vermindern würde.

---

[1]) Lexis a. a. O.

[2]) Lexis a. a. O. Weniger unanfechtbar ist die Begründung von Levasseur: „le seul obstacle à l'extension du consommation est le prix; or la machine et l'abondance font précisément baisser le prix." Über die Produktivität und preismindernde Wirkung der Maschinenarbeit hat eine vom Bundesparlament in Washington 1894 veranstaltete Enquête, bei welcher sämtliche gewerblichen Arbeiten in Arbeitseinheiten zerlegt und dann hinsichtlich der Produktivität der Hand- und Maschinenarbeit untersucht wurden, für viele Gebiete zum erstenmal ziffernmäßige Nachweise geliefert. Vgl. Hand and Machine Labor, Annual Report XIII^{the} of the Commissioner of Labor. Washington 1899.

Wenn wir demnach bezüglich der Arbeitsgelegenheit an sich ein gegnerisches Interesse der Lohnarbeit gegen das Maschinenwesen überhaupt nicht zu ermitteln vermochten, so gilt dies aus den oben erörterten Gründen noch weniger von der speziellen Gruppe der technischen Betriebskräfte. Übrigens haben wir in unseren statistischen Mitteilungen (S. 156 u. 157) gerade auch die Entwickelung der technischen Betriebskräfte der Entwickelung der Bevölkerung und der Arbeitsgelegenheit gegenübergestellt. Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob sich die Arbeitsgelegenheit nicht qualitativ verschlechtert hat, doch können wir uns auch in dieser wichtigen sozialpolitischen Frage dem Zweck unserer Arbeit entsprechend nur kurz fassen.

In diesem Punkte gehen ja die Anschauungen noch mehr auseinander als bezüglich der Arbeitsgelegenheit selbst, bei deren Würdigung wir immerhin ziemlich unanfechtbare statistische Grundlagen haben, während die Lohnstatistik vielfach noch mangelhaft und unzuverlässig ist. In dem Teil der sozialpolitischen Litteratur, den wir überschauen, finden sich die grauesten neben den rosigsten Industrieschilderungen und, während die einen immer noch an der zunehmenden Verelendung des Arbeiterstandes festhalten, weisen die anderen nach, wie sich mehr und mehr in unserer Industrie ein höherer Arbeitertypus herausbildet und zwar nicht bloß bezüglich der wirtschaftlichen Lage, sondern auch in rein menschlicher Beziehung[1]). Wenn man sich nun auch in diesen Fragen vor Generalisierungen hüten und in Betracht ziehen soll, daß für die Lage der Lohnarbeiter die Verhältnisse in den einzelnen Industrien und innerhalb derselben wieder je nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen verschieden sind, so scheint es doch für die Beurteilung der zukünftigen Entwickelung nicht belanglos, daß gerade in den technisch am höchsten entwickelten Industriezweigen vielfach die besten Arbeiterverhältnisse beobachtet werden. Bleiben schon Verallgemeinerungen auf Grund von Erfahrungsthatsachen nicht immer unangefochten, so sind Axiome, die lediglich auf deduktivem Wege für die guten oder schlechten Aussichten der arbeitenden Klasse gewonnen werden, noch mehr dem Prinzipienstreit ausgesetzt und sollen deshalb hier nicht berücksichtigt werden[2]).

[1]) Vgl Roesler, Über den Arbeiterkrieg, Berlin 1895; auch Schulze-Gävernitz a. a. O.

[2]) Wir verweisen auf die Argumentation Levasseurs (a. a. O.) gegen die lohnmindernde Bedeutung des Maschinenwesens.

Erwähnt sei dagegen noch, daß die in Nordamerika veranstaltete Enquête[1]) über die Hand- und Maschinenarbeit in den Vereinigten Staaten ergeben hat, daß das Verhältnis der Arbeitszeit zu der Produktion einer bestimmten industriellen Wareneinheit durch die Anwendung der Maschinen durchweg zu Gunsten der Maschinenarbeit sich vermindert hat, während der Stundenlohn bei weitaus den meisten Wareneinheiten zum Teil sogar beträchtlich gestiegen ist. Daß die Maschinenarbeit die moderne Frauen- und Kinderarbeit in der Industrie mit sich gebracht habe, läßt sich gewiß nicht behaupten, wenn man nur der Verhältnisse in den Hausindustrien sich erinnert. Speziell von den technischen Betriebskräften gilt dieses wegen der Kraftarbeit, die sie ersetzen, noch weniger. Mit der gegen den Mißbrauch der Frauen- und Kinderarbeit zu richtenden Arbeiterschutzgesetzgebung können wir uns ebensowenig, wie mit den Interessen der Lohnarbeiter an Schutzmaßregeln gegen Unfälle an dieser Stelle befassen, da wir nur die normalen Wirkungen der technischen Betriebskräfte auf die Lohnarbeit darstellen wollten. Die Interessen der Lohnarbeiter an der technischen Betriebskraft sind danach zwar nicht so unbestritten wie bei der Industrie, es läßt sich aber sicher nicht behaupten, daß die Interessen überwiegend gegnerische sein können.

„Die Arbeiterbevölkerung," sagt Lexis[2]), „hat sich im großen und ganzen dem Maschinenwesen angepaßt, ihre Zahl ist dabei stärker angewachsen als in irgend einer früheren Periode der Geschichte und die Zahl derjenigen, die bei gutem Willen keine Arbeit finden können, ist bei normalen Zeitverhältnissen ohne Zweifel verhältnismäßig geringer als früher. Krisen hat es auch vor der Entwickelung des modernen Maschinenwesens gegeben."

5. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte und der gewerbliche Kleinbetrieb.

Bei den Interessen des gewerblichen Kleinbetriebs gegenüber den technischen Betriebskräften handelt es sich nicht um die bloße Vermehrung oder Verminderung der Arbeitsgelegenheit durch die

[1]) Annual report etc., (vgl. Anmerkung 2 S. 158).

[2]) Lexis a. a. O.

Maschinen, sondern um die Erhaltung der selbständigen Arbeitsgelegenheit in dem gewerblichen Kleinbetrieb, wozu hier noch die weitere Frage kommt, wie weit diese Betriebsform selbst ein positives Interesse an den technischen Betriebskräften hat. Wenn wir hier die Selbständigkeit als Moment der Arbeitsleistung betonen, so wollen wir diesen Begriff zunächst sehr weit fassen, da wir an dieser Stelle nicht bloß das eigentliche Handwerk, sondern auch die Hausindustrie in Betracht ziehen wollen.

Einzelne unserer Gewerbehistoriker, wie Schmoller und Bücher, haben längst darauf aufmerksam gemacht, daß auch innerhalb des Handwerks selbst die Selbständigkeit stets in verschiedenem Grade auftrat. Sie unterscheiden die Lohnhandwerker von den Handwerkern, die so selbständig waren, daß sie ihre verfertigten Produkte schließlich auch selbst verkauften. Nur die letzteren gehörten zu den älteren Gilden, während die ersteren den Lohnarbeitern näher standen. Noch mehr ist dies bei der Hausindustrie der Fall, bei welcher die Selbständigkeit im Vergleiche zur Fabrikindustrie nur eine äußerliche ist. Es handelt sich um eine decentralisierte Fabrik, die hier unter dem Verleger, wie dort unter dem Fabrikherrn steht. Immerhin wollen wir auch diesen geringeren Grad von Selbständigkeit unter dem Begriffe „gewerblicher Kleinbetrieb" mit zusammenfassen, da die technisch-ökonomischen Gesichtspunkte vielfach die gleichen sind, sofern es sich um den Gegensatz von centralisiertem Großbetrieb und decentralisierter Arbeit in Kleinbetrieben handelt. Bei der Würdigung der Interessen dieser Kleinbetriebe an den technischen Betriebskräften wollen wir vor allem abermals, wie schon bei den Interessen der Lohnarbeiter feststellen, daß speziell die technischen Betriebskräfte, also die motorischen Maschinen eine wesentlich andere Bedeutung für diese Interessentenkreise haben als die Arbeitsmaschinen. An der hohen technischen Entwickelung der letzteren haben die Kleinbetriebe ein ausgesprochen negatives Interesse, während das Interesse an den motorischen Maschinen zum guten Teile auch ein positives genannt werden kann.

Die Kleinbetriebe können sich heutzutage die spezifischen Vorteile, welche die technischen Betriebskräfte der Industrie leisten, durch Anschaffung von kleinen Motoren gleichfalls aneignen. Wir haben früher bereits gezeigt, daß zwar eine große Dampfmaschine die Einheit einer Pferdekraft billiger zu leisten im stande ist, als eine kleine Dampfmaschine, daß aber dafür noch andere Motoren vorhanden

sind, welche den für den Kleinbetrieb notwendigen Kraftaufwand mindestens ebenso billig leisten, als die Dampfmaschine und welche diese ökonomischen Vorteile vielfach — wir erinnern an den Petroleummotor und den Sauggasmotor — gerade auch in den kleinen Dimensionen, welche der Kleinbetrieb von einer Kraftmaschine verlangt, zur Geltung bringen.

Die technischen Betriebskräfte an sich sind also nicht die Ursache, wenn der Kleinbetrieb nicht existenzfähig ist. Viel wichtiger sind da die Arbeitsmaschinen. Ein Schuhmacher könnte sich wohl einen Gasmotor anschaffen, wenn er Verwendung dafür hätte, aber der Riemenumbieg-, Abschräg- und Perforiermaschinen kann sich der Schuhmacher nicht bedienen und gerade durch diese Arbeitsmaschinen erzielen die Schuhfabriken das Resultat einer billigen Massenproduktion. Eine Erfurter Schuhfabrik mit 300 Arbeitern hat eine Wochenproduktion von 12000 Paar Schuhen. Die Pirmasenser Schuhfabriken erzeugen jährlich 12—14 Millionen Paar Schuhe im Werte von 35 Millionen Mark in 175 Betrieben mit 6054 Arbeitern[1]).

Außer der Arbeitsmaschine kommen aber auch noch andere Vorteile des Großbetriebes in Betracht, durch welche die Existenzfähigkeit des gewerblichen Kleinbetriebes wesentlich eingeschränkt wird. Wenn man also die Interessen der gewerblichen Kleinbetriebe an den technischen Betriebskräften feststellen, namentlich auch die positive Bedeutung der Motoren für diese Gewerbe würdigen will, so wird man vor allem ausscheiden müssen, welche Arten von gewerblichen Kleinbetrieben überhaupt noch existenzfähig sind, und andererseits, bei welchen auch die Verwendung von Motoren nichts mehr nützen kann. Dann wird man nicht in die Lage kommen, wie dies öfters geschah, die Verwendung motorischer Kraft für Kleinbetriebe zu empfehlen, für welche sie kaum eine andere Bedeutung haben, als etwa eine Ätherinjektion für einen Sterbenden.

Die offizielle Statistik gibt uns Auskunft über die Zahl der Kleinbetriebe, also lediglich über die Quantität der Arbeitsstellen und nicht über die Qualität dieser Berufe. Bei der Verarbeitung dieser Aufnahmen über den Kleinbetrieb in den verschiedenen Parteischriften erscheint die Statistik oft wie einer jener Vexierspiegel, in welchen

---

[1]) Nach den Angaben Frankes für das Jahr 1892 in der Schrift, Die Schuhmacherei in Bayern, Stuttgart 1893.

das Beschaute, je nachdem man den Spiegel dreht, bald unförmig dick und rund, bald lang und dürr sich darstellt. Vor allem muß man nicht die absoluten Ziffern über die Zahl der Betriebe, sondern den Prozentsatz der in den Gewerben beschäftigten Personen gelten lassen. Dazu kommt, daß man bei einem Vergleich der 1882iger und 1895iger Ziffern für die 1895iger Statistik die Unternehmungen mit verschiedenartigen Betriebszweigen in mehrere Betriebe auflösen, also mehrfach in Ansatz bringen muß, wie dies bei der 1882iger Statistik der Fall war.

Auf diese Weise hat Zahn[1]) die Ziffern der letzten Gewerbezählung auch unter dem Gesichtspunkte des Verhältnisses von Klein- und Großbetrieb richtig bearbeitet. (Siehe Anlage 6).

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Kleinbetriebe nur der Betriebszahl nach in der Mehrheit sind, während der wirkliche Schwerpunkt des Gewerbes in den Mittel- und Großbetrieben zu suchen ist. In ihnen sind 54,6% des Gesamtpersonals und 88,5% der technischen Betriebskräfte zu finden. Nur die allerkleinsten Betriebe, nämlich die Alleinbetriebe, sind zurückgegangen, die anderen haben nach Zahl wie nach Personal zugenommen und die größten Betriebe haben die bedeutendste Zunahmeentwickelung erfahren. Der Großbetrieb herrscht nach Zahns Darstellung so gut wie ausschließlich in dem Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen; dann folgen die chemische Industrie und die polygraphischen Gewerbe, in denen von 100 Gewerbethätigen 76 in Großbetrieben beschäftigt waren. In der Papier-

---

[1]) Vgl. die oben angeführten Schriften Zahns, besonders den Aufsatz in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung. Für die Entwickelung des Kleinbetriebs gegenüber dem Großbetrieb in früherer Zeit namentlich für Preußen in den Jahren 1816—1861, vgl. Schmoller, Zur Geschichte der deutschen Kleingewerbe im 19. Jahrhundert, Halle 1870. Außerdem kommt für die früheren Jahrzehnte in Betracht, Engel, Die industrielle Enquête und die Gewerbezählung, Berlin 1878, und im Band 40 der preußischen Statistik, derselbe, Die deutsche Industrie 1875 und 1861, 2. Auflage, Berlin 1881, Böhmert, Die Gegenwart und Zukunft des Kleinbetriebs im Arbeiterfreund, 16. Jahrgang; Petersilie, Zur Statistik des Kleingewerbes in Preußen, in der Zeitschrift des preußischen statistischen Bureaus 1887; Schönberg, Abschnitt Gewerbe in seinem Handbuch der politischen Ökonomie, 2. Band, und Kollmann, Besprechung der Gewerbezählung des Jahres 1882 in Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung, Volkswirtschaft und Verwaltung, Band 11 und 12.

industrie betrug diese Prozentzahl 73, in der Verarbeitung von Metall, außer Eisen und der Herstellung von Maschinen, Instrumenten und Apparaten 64, in der Textilindustrie (wegen der hausindustriellen Weberei) nur 51, in den Gewerben für Nahrungs- und Genußmittel 37, in der Eisenverarbeitung (ebenfalls zum großen Teil Hausindustrie) 30, in der Verarbeitung von Holz und Schnitzstoffen 22, in den Gewerben für Bekleidung und Reinigung 9. Wenn diese Ziffern sehr deutlich für die Entwickelung des Großbetriebes sprechen, so lassen sie doch auch andererseits an Beweiskraft gegen die in den Parteischriften stets wiederholten Redensarten von der Bedeutungslosigkeit und dem Verschwinden des Kleinbetriebes nichts zu wünschen übrig. Noch immer treffen von den 10 Millionen gewerbthätiger Personen 4,7 Millionen auf die Kleinbetriebe. Ihre Zunahme wird nur weit überflügelt von der Zunahme der Großbetriebe und nur die Alleinbetriebe, die kleinsten Zwergbetriebe, gehen auch absolut zurück. Die gleiche Erscheinung, daß sich die Kleinbetriebe sehr zäh neben den Großbetrieben erhalten, ist in neuerer Zeit auch für andere Länder, namentlich für England und zwar selbst von sozialistischer Seite nachgewiesen worden[1]).

Mit diesen Ziffern der Gewerbestatistik läßt sich aber schließlich wenig beweisen. Es ist doch ein großer Unterschied, ob diese Millionen von Kleinbetrieben von zufriedenen Handwerkern geführt werden, oder etwa eine nach dem englischen Sweatingsystem ausgebeutete Hausindustrie darstellen. Hierüber kann nur die Enquête und die gewerbepolitische Untersuchung Aufschluß erteilen. Über die Lebensfähigkeit des Handwerks kann man nur zu einem Urteil gelangen, wenn man vor allem „das" Handwerk in seine einzelnen Arten gliedert, die in ihnen thätige Intelligenz, Bildung und Technik, eventuell seine Organisation, Abhängigkeit, Verschuldung, Beziehungen zum einheimischen Markt oder zum Import und Export und sonstige ökonomisch wichtige Momente ins Auge faßt. Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika und für Deutschland besitzen wir solche

---

[1]) Bernstein, Die Voraussetzungen des Sozialismus und die Aufgaben der Sozialdemokratie, Stuttgart 1899. Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika hat der citierte Bericht des Arbeitsamtes über Hand- und Maschinenarbeit gleichfalls ergeben, daß das Handwerk noch sehr verbreitet ist, daß aber seine Bedeutung nicht zu-, sondern abnimmt.

Enquêten, von denen jede in ihrer Art bemerkenswert ist[1]). Der synthetische Geist des Deutschen zeigt sich darin, daß er die Gewerbe in ihrer historisch überkommenen Art ins Auge faßt und einzeln untersucht, während der analytische oder rationalistische Geist des Amerikaners die Gewerbethätigkeit in eine Reihe von Wareneinheiten und Arbeitseinheiten zerlegt und diese dann hinsichtlich ihrer Produktivität oder ökonomischen Existenzfähigkeit bei großindustriellen Maschinenbetrieben und bei kleinen Betrieben mit überwiegender Handarbeit ziffernmäßig zu erfassen sucht.

Der Report über die amerikanische Enquête verbreitet sich über nicht weniger als 672 Waren- und Arbeitseinheiten, die er ökonomisch unter dem Gesichtspunkte des manuellen Kleinbetriebes und des maschinellen Großbetriebes zu würdigen sucht. Die Wareneinheit ist dabei nicht immer ein Stück eines bestimmten Fabrikates, sondern vielfach eine bestimmte Menge, wie z. B. eine Tonne. Die Arbeitseinheiten sind sehr detailliert und die Berufsthätigkeit eines Handwerkers, die bei der deutschen Untersuchung als ein Ganzes erforscht wird, wird dort in hunderte von einzelnen Arbeitsleistungen zerlegt, welche ökonomisch gewürdigt werden. Es wird also vor allem der Aufwand von Arbeitszeit und Arbeitslohn dieser Arbeitsleistungen bei Groß- und bei Kleinbetrieb im einzelnen festgestellt und schließlich für eine Wareneinheit summiert. Das ökonomische Verhältnis einer solchen im Klein- und im Großbetrieb erzeugten Wareneinheit ergibt sich daraus ziffernmäßig. Es beträgt z. B. bei Baumwollengarn ohne die Bruchteile 163:1. Das Gesamtergebnis dieser Enquête ist dieses, daß der Kleinbetrieb auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika noch sehr verbreitet ist, daß er aber in raschem Schwinden begriffen und ökonomisch nicht mehr als Regel, sondern nur noch als Ausnahme berechtigt ist. Der Vorzug, aber auch die Schattenseite dieser Untersuchung liegt unseres

[1]) Über die amerikanische Enquête vgl. Anmerkung auf Seite 158. Die deutsche Enquête über die Lage des Handwerks ist bekanntlich vom Verein für Sozialpolitik veranstaltet und unter Leitung Büchers in Band 62—66 der Schriften des Vereins für Sozialpolitik unter dem Titel: „Untersuchungen über die Lage des Handwerks in Deutschland mit besonderer Rücksicht auf seine Konkurrenzfähigkeit" veröffentlicht worden. Dazu kommen noch zahlreiche Einzeluntersuchungen, wie die von Stieda über die deutsche Hausindustrie, Schwiedland über Kleingewerbe und Hausindustrie in Österreich u. s. w.

Erachtens in der Abstraktion der Waren- und Arbeitseinheiten. Dadurch wird das Resultat in vielen Fällen ein geradezu mathematisch sicheres, oft aber dürfte diese Abstraktion zu einer Fehlerquelle werden, dadurch, daß eine günstige Vereinigung zahlreicher Wareneinheiten und entsprechender Arbeitseinheiten einen ökonomisch lebensfähigen Beruf darstellen kann, obgleich die Einheiten einzeln genommen überwiegend unökonomisch sind. Es wird, kurz gesagt, nicht berücksichtigt, daß es sich, wie dies schon im sprachlichen Ausdruck liegt, um eine gewerbliche Produktion und nicht um eine gewerbliche Aggregation handelt. Man kann wohl annehmen, daß eine Reihe unökonomischer Einheiten erst dadurch, daß man sie wieder zu einer richtigen Produktionseinheit vereinigt, für den manuellen Kleinbetrieb ökonomisch wird. Auch kommt bei dieser Methode der Untersuchung nicht zur Geltung, was wir oben als sehr wichtig zur Würdigung des Handwerkes bezeichnet haben, daß nämlich die individuellen Verhältnisse der einzelnen Arten des Handwerkbetriebes, ja innerhalb einer solchen Art wieder die örtlichen Verhältnisse einer bestimmten Gewerbegruppe zu berücksichtigen sind. Ferner tritt gerade die zur Zeit und für die Zukunft wichtigste Gruppe von Gewerben, nämlich diejenige, welche nicht bloß auf die Handarbeit angewiesen ist, sondern sich auch bereits ein gewisses Maß von technischen Hilfsmitteln der Industrie, besonders also eine technische Betriebskraft angeeignet hat, bei dieser Methode der Untersuchung gar nicht in den Vordergrund. Man wird deshalb das Ergebnis der amerikanischen Enquête als wissenschaftliches Material zwar sehr schätzen können und auch die Verhältniszahlen von Handarbeit und Maschinenarbeit oft zur Bildung eines Urteiles nachschlagen müssen, aber ein Gesamturteil über die existenzfähigen und nichtexistenzfähigen Arten des Handwerkes wird man sich aus dieser Untersuchung allein nicht wohl bilden dürfen.

Die deutsche Untersuchung über die Lage des Handwerks, die vom Verein für Sozialpolitik veranstaltet und von deutschen Nationalökonomen in einzelnen Monographien ausgeführt wurde, ist aus den eben ausgeführten Gründen eine bessere Quelle für ein Gesamturteil über die Lage des Handwerkes als die amerikanische Enquête, obwohl in jener nicht so viele Wareneinheiten systematisch zergliedert werden, um zu einem ökonomischen Resultate zu gelangen. Wir finden da alle die individuellen Verhältnisse der einzelnen Gewerbe-

gruppen, wie Kreditwesen und Zahlungsmodus, Bezug des Rohstoffes und Absatz des Fabrikates, Lehrlingswesen, Lohnart u. s. w., namentlich aber auch die Technik und die Verwendung von technischen Betriebskräften berücksichtigt. Auch die Organisation und das Innungswesen, der Arbeitsnachweis, Arbeiterschutz, die Bildungsverhältnisse u. s. w. werden gewürdigt und sodann untersucht, ob diese Verhältnisse, dieser Bildungsstand u. s. w. genügen, um den handwerksmäßigen Betrieb gegenüber dem großkapitalistischen industriellen Betriebe lebensfähig zu erhalten.

Auf Grund dieser Enquête und einiger Einzeluntersuchungen der deutschen nationalökonomischen Wissenschaft ergibt sich nun kurz folgendes: Das Schuhmachergewerbe läßt sich nur in dem Maße erhalten, als es der Kundenkreis, der sich an die fabrikmäßig hergestellten Schuhwaren nicht gewöhnen kann, verlangt. Aber selbst hier tritt vielfach durch Spezialarbeiter der Schuhhandlungen eine Konkurrenz ein. Beträchtlich ist hier auch die Hausindustrie, und ein Feld der Thätigkeit bietet sich in der Reparatur, obwohl auch diese in Amerika z. B. bereits wegen der hohen Arbeitslöhne und der geringen Fabrikationskosten an Bedeutung verliert. Weniger haltbar ist das Gewerbe der Lohgerber, etwas besser steht es mit der Weißgerberei. Die Bauschreiner sind vielfach in Abhängigkeit vom Baugewerbe. Ein Teil ihrer Waren wird auch im Großbetriebe hergestellt und ein Teil der Bauschreinerwerkstätten nimmt durch Verwendung von Motoren u. s. w. eine Mittelstellung zwischen Klein- und Großbetrieb ein. Bei guter Bauthätigkeit ist hier der handwerksmäßige Betrieb vorteilhaft. Die Möbelschreinerei ist durch den Großbetrieb bedrängt, während die Hausindustrie auf diesem Gebiete noch sehr verbreitet ist. Immerhin verbleibt auch hier außer der Reparaturarbeit die Thätigkeit für einen gewissen Kundenkreis, während die kunstgewerbliche Möbelschreinerei zum großen Teil dem Großbetriebe zufällt. Das Gewerbe der Böttcher und Küfner hat infolge des Ersatzes vieler Holzwaren durch Metallwaren und durch den Großbetrieb soviel an seinem Wirkungskreis verloren, daß außer der Reparaturarbeit, dem Kleinhandel und der Thätigkeit für Fabriken nicht viel mehr übrig bleibt. Das Schlosser- und Flaschnergewerbe ist, soweit es nicht Anbringungsarbeit verrichtet und dabei von der Bauthätigkeit abhängig ist, oder in einzelnen Fällen zum Kunsthandwerk wird, gleichfalls kein handwerksmäßiger Betrieb alten

Stiles mehr. In der Bäckerei und Schlächterei zeigen sich vielfach Ansätze zum Großbetrieb, die meisten Waren- und Arbeitseinheiten — um den amerikanischen Begriff zu gebrauchen — dürften aber hier dem handwerksmäßigen Betriebe verbleiben. Ebenso ist es in der Konditorei; dagegen ist das Gewerbe der Hutmacher und der Nagel- und Zeugschmiede so gut wie verloren. Schlecht steht es auch mit dem Töpfergewerbe. Die Tapezierer werden immer mehr kleine Händler oder Lohnhandwerker, während für die Uhrmacher außer dem Detailhandel die Reparaturarbeit eine Hauptrolle spielt. Dagegen ist das Dachdeckergewerbe noch ein rein handwerksmäßiger Betrieb, ebenso das Schornsteinfegergewerbe. Das Kürschner- und Schneidergewerbe hat seinen gewissen Kundenkreis, der aber doch sehr reduziert ist, und außerdem die Reparaturarbeit. Dazu kommt beim Schneidergewerbe die Hausindustrie. Die Korbmacherei und Holzschnitzerei dürfte sich auch fernerhin für den Kleinbetrieb eignen; ebenso die Buchbinderei. Bestritten wird das Thätigkeitsfeld durch den Großbetrieb den kleinen Getreidemühlen mit Wind- oder Wasserkraft und den Holzsägemühlen. Die Kleinmüllerei mit Wasserkraft leidet auch daran, daß sie als Saisongewerbe des Herbstes die günstigen Wasserstandsverhältnisse des Frühjahres nicht ausnützen kann[1]). Die Holzsägeindustrie in Deutschland wird auch durch die Konkurrenz des Auslandes gedrückt und durch die hohen Preise für ihr Rohmaterial, welches die ausländische Konkurrenz vielfach billiger erhält. An sich eignet sich der Kleinbetrieb neben dem Großbetrieb in der Holzsägeindustrie insofern, als jener sich dem Standorte des Rohmateriales im Walde und dem Vorhandensein der kleineren billigen Wasserkräfte anpassen und im Nebenbetriebe auch etwas Landwirtschaft betreiben kann.

Damit haben wir wohl die wichtigsten Arten des eigentlichen Handwerkes, besonders solche, bei denen ein Wettbewerb von Klein- und Großbetrieb zur Zeit in Frage kommt, erwähnt. Manche Gewerbe haben ihr eigentliches Thätigkeitsfeld aufgegeben und sich auf die Fertigung anderer Waren geworfen, so die Flaschnerei, die statt blecherne Haus- und Küchengeräte zu fertigen, sich vielfach mit der Übernahme von Gas- und Wasseranlagen und mit Bauornamentik

[1]) L. Koch, Die Kleinmüllerei in Deutschland, in Conrads Jahrbuch für Nationalökonomie und Statistik, 1900.

beschäftigt, ferner die Schlosserei, in welcher jetzt oft geschmiedete Kunstgegenstände statt einfacher Schlösser erzeugt oder Installations- und Anbringungsarbeiten zur Hauptthätigkeit werden. Arbeiten wie die letzterwähnten hat der Großbetrieb der Industrie selbst in großer Ausdehnung dem Handwerk neu vermittelt und zwar handelt es sich dabei durchaus nicht immer um Lohnarbeit, sondern zahlreiche Industrien lassen ganze Gewerbe selbständig für sich arbeiten durch Aufträge für Emballagen, Modelle, Instrumente u. s. w.; auch die weitere Verarbeitung von Abfällen der Großbetriebe durch gewerblichen Kleinbetrieb gehört hierher. Die großen Unternehmungen entlasten sich dadurch, daß sie diese Arbeiten selbständigen Handwerksbetrieben überlassen. Die Entwickelung zum Kunstgewerbe und zur Fertigung von Spezialitäten wurde hauptsächlich in den Städten begünstigt, welche bereits einen alten Ruf auf diesem Gebiete genießen und außerdem durch Schulen und Vorbilder diese Richtung zu fördern in der Lage waren. Überhaupt sind die örtlichen Verhältnisse bei der Würdigung der Lage des Handwerkes sehr zu berücksichtigen und vor allem ein Unterschied zwischen dem Handwerk in den großen Städten und auf dem platten Lande zu machen. Je entlegener der Ort ist, um so eher ist es möglich, daß der handwerksmäßige Betrieb sich noch erhält, der in den größeren Städten durch die von den Kaufleuten und Warenhäusern vertriebenen Massenartikel des Großbetriebes seine Existenzfähigkeit verloren hat. Soweit ein solcher Detailhandel in Betracht kommt, dient er auf dem Lande meist dem Handwerke selbst als Nebengeschäft.

Dazu kommt die in einigen Gegenden sehr verbreitete Hausindustrie, die sich ja teils aus dem ländlichen und städtischen Handwerk entwickelt hat, teils aber durch Kaufleute und Fabrikunternehmer, in einzelnen Fällen auch aus humanitären und wirtschaftlichen Motiven in einzelnen Gegenden gegründet worden ist. Aber auch in großen Städten, wie in Berlin, spielt die hausindustrielle Arbeit eine sehr bedeutende Rolle. Für die Frage nach dem Interesse an den technischen Betriebskräften könnten wir wohl Handwerk und Hausindustrie als Kleinbetriebe zunächst zusammenfassen, trotz der sonstigen Unterschiede dieser gewerblichen Betriebsform.

Das Interesse an den technischen Betriebskräften wird in dem Teile dieser Kleinbetriebe, welcher seinen Niedergang auf den Wettbewerb des Großbetriebes zurückführt, als ein negatives betrachtet,

weil die technischen Betriebskräfte als ein Hauptbestandteil, ja in weiten Kreisen sogar als die Quintessenz des Großbetriebes betrachtet werden. Das Interesse des Kleinbetriebes an den technischen Betriebskräften wird zu einem positiven in dem Teile der Kleinbetriebe, welcher sich neben der Großindustrie existenzfähig erhält und als ein Mittel hierzu die Verwendung von technischen Betriebskräften in den Kleinbetrieben betrachtet. Die Würdigung sowohl des negativen, wie die des positiven Interesses muß sich der Würdigung der ökonomischen Gründe überhaupt, welche für oder gegen den Großbetrieb, sowie für oder gegen den Kleinbetrieb sprechen, einreihen, da die Verwendung von Motoren und Maschinen überhaupt nur einen Teil der ökonomischen Grundlagen des Großbetriebes sowohl, wie gegebenen Falls auch des Kleinbetriebes darstellt.

Warum wir uns hier auf die ökonomischen Gründe beschränken, haben wir in dem ersten Kapitel dieses Abschnittes dargelegt. Bei den ökonomischen Vorteilen des industriellen Großbetriebes können wir uns kürzer fassen, da diese seit Jahrzehnten durch alle Sprachrohre der öffentlichen Meinung und meist auch in einseitiger Darstellung verkündet werden. Nur auf einige Punkte, die bisher nicht so gewürdigt wurden, wie sie es verdienten, wollen wir hinweisen.

Für wichtig halten wir die Tendenz unseres Verkehrswesens, den Massenverkehr von Gütern unverhältnismäßig billig im Vergleich zu dem Bezug oder Versand kleiner Warenmengen zu gestalten. Der Einheitssatz unseres Stückgütertarifes beträgt ein Vielfaches des Einheitssatzes, welcher für Warenmengen von 5000 und 10000 kg in der Wagenladungsklasse A und B und in den Spezial- und Ausnahmetarifen bezahlt wird. In der Großschiffahrt verringern sich diese Unterschiede um Vieles, wenngleich auch hier der Massenverkehr billiger kommt. Nicht bloß private, sondern auch die großen staatlichen Verkehrsverwaltungen haben vielfach die Tendenz, die Interessenten der Massenverkehre zu begünstigen. Ein Beispiel aus unserer praktischen Erfahrung möge diesen Satz illustrieren. Bei der Holz-Trift im Bayerischen Walde wird das sogenannte Recht der ersten Trift auf den staatlichen Triftbächen nach der Schneeschmelze, welche das meiste Wasser mit sich führt und dem triftenden Holzhändler bedeutende wirtschaftliche Vorteile gewährt — schon dadurch, daß er einen Vorsprung im Bezuge seines Materials hat —, demjenigen zugesprochen, welcher das größte Quantum Holz in den Staatswaldungen

des Bayerischen Waldes angekauft hat. Auf der Eisenbahn können wir, ohne die Verhältnisse anderer Industrien heranziehen zu müssen, ein ähnliches Beispiel mitteilen. So bezieht z. B. die große Aktiengesellschaft für Cellulose-Fabrikation Waldhof bei Mannheim zu einem für das Rohmaterial der Cellulose-Industrie geschaffenen Ausnahmetarif von 2,2 Pfg. ebensoviel Holz aus den bayerischen Waldungen, als die ca. 1500 mittleren und kleineren bayerischen Sägebetriebe zusammen in Bayern verarbeiten. Die letzteren zahlen für ihr Rohmaterial auf den bayerischen Eisenbahnen einen höheren Frachtsatz, nämlich 2,7 Pfg., wie das große holzindustrielle Unternehmen bei Mannheim, obwohl das Material so ziemlich das Gleiche ist. Auch bei den Holzeinkäufen sind die Großbetriebe im Vorteil. Das Holz wird nach den Bedürfnissen des Großhandels ausgelegt und sortiert, und der kleine einheimische Säger, der im Walde ansässig ist, hat oft die größte Mühe, den notwendigen Bedarf von Rohmaterial überhaupt zu bekommen. Dazu kommt für den Großbetrieb die Leichtigkeit, Kredit zu erhalten und den Kredit wirtschaftlich richtig zu verwerten. Der Kleinbetrieb kommt durch die Inanspruchnahme des Kredits nur zu oft in ein Abhängigkeitsverhältnis, das zu seinem Ruine führen kann. Man braucht dabei nicht bloß an Wucherkredit zu denken. So ist, um bei unserem Beispiele der Sägeindustrie zu bleiben, in Bayern der Kleinbetrieb der Sägeindustrie durch den Umstand, daß die bayerische Forstverwaltung für die Holzeinkäufe einen langen Kredit gewährt, vielfach dahin gekommen, daß er unter allen Umständen alljährlich seine Produktion auf gleicher Höhe halten muß, damit er aus dem Erlös der Verarbeitung des im vorhergegangenen Jahre eingekauften Rohmaterials seine Schuld an die Forstverwaltung zahlen kann. Er muß also unter allen Umständen Rohmaterial kaufen und verarbeiten, kann sich den Konjunkturen nicht anpassen und verliert dadurch nahezu jeden Einfluß auf die Gestaltung der Preise des Rohmaterials.

Die richtige Würdigung der Konjunkturen ist auch sonst ein nicht zu unterschätzender Vorteil der größeren, von höher gebildeten Fachleuten geleiteten Unternehmungen. Die Erkennung der wechselnden Mode und des Geschmacks oder auch nur des Bedarfes überhaupt, der Überblick über den Markt einer Ware, der heutzutage vielfach zum Weltmarkte geworden ist, die weise Beschränkung in der Ausnützung einer günstigen Konjunktur dürfte seltener zu den wirtschaftlichen Tugenden des

Kleingewerbes und häufiger zu den Vorzügen des Großbetriebes zu rechnen sein. Namentlich bei Hausindustrien, die für den Export arbeiten, ist der Mangel solcher ökonomischer Gesichtspunkte schon oft recht verhängnisvoll gewesen. In allen diesen Beziehungen kann das Genossenschaftswesen, das sich auf den Bezug der Rohstoffe und den Absatz der Fabrikate richtet, gewiß mancherlei zu Gunsten des Kleinbetriebes verbessern, und es sind auch schon gute Erfolge erzielt worden. Das Gleiche gilt von den Handwerker-Fachschulen; aber diese Hilfsmittel haben ihre Grenzen und vermögen die eben geschilderten ökonomischen Nachteile des Kleinbetriebes nur zum Teil zu beseitigen.

Die ökonomischen, — also nicht sozialpolitischen — Nachteile des Großbetriebes sind schwerer zu erkennen und werden auch seltener hervorgehoben. Der Großbetrieb leidet vor allem schwer unter ungünstigen Konjunkturen, die er zwar richtiger würdigen und herankommen sehen kann, als der Kleinbetrieb, die er aber ebensowenig verhindern kann, ja seinem ganzen Wesen nach unwillkürlich selbst mit herbeiführt. Die ganze große Anlage verlangt unbedingt Massenproduktion. „Je geringer die Ausnützung der vorhandenen Kraft wird," sagt Grothe[1]), „je größer und erheblicher sind die Unkosten, die auf jedes Stück Produkt fallen. Es gibt bei jedem Etablissement dann einen Punkt der Ausnützung, wo sich jede Verringerung derselben als effektiver Verlust kennzeichnet. Derselbe steigert sich merkwürdig schnell, so daß schon lange vor dem Punkte des Stillstandes der Fabrik durch Mangel an Aufträgen sich das völlige Stillstehen des Betriebes als ein geringerer Verlust ergibt." Das Auflagerarbeiten hat, wie Grothe richtig betont, im Großbetriebe fast immer den Charakter der Spekulation und bedingt auch teilweise die Anteilnahme an den Spekulationen im Handel der Rohstoffe. Welche Formen von Absatzzüchtung die Notwendigkeit des Produzierenmüssens bei der letzten wirtschaftlichen Hochkonjunktur in den 1890iger Jahren gezeitigt hat, ist noch in allgemeiner Erinnerung. Die übermäßige Gründung von Filialen oder Tochtergesellschaften, z. B. seitens unserer großen elektrotechnischen Unternehmungen, hat sich als ein Mißstand erwiesen, ebenso wie die übermäßige Ausdehnung

[1]) Grothe, Über die Bedeutung der kleinen Motoren als Hilfsmaschinen für das Kleingewerbe in Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung und Volkswirtschaft 1884.

einzelner Unternehmungen selbst, die unser Aktiengesetz dadurch begünstigt, daß es die Teilnahme der Aufsichtsräte an den Garantiekonsortien neuer Aktienemissionen, welche wohl zu den gewinnbringendsten Thätigkeiten in Zeiten steigender Konjunkturen gehören, nicht verbietet. Zu diesen ökonomischen Schattenseiten der Großbetriebe kommt noch alles, was man gegen Massenfabrikation von Waren — sogenannte Fabrikwaren — überhaupt sagen kann, wobei zu beachten ist, daß nach der Natur des maschinellen Betriebs die Waren innerhalb eines gewissen Produktionsprozesses fortwährend vielfach schlechter werden. Von einem Musterklischee werden stets die ersten Auflagen besser sein als die späteren oder gar die letzten, bevor das Klischee erneuert werden muß. Dazu kommt die Richtung vieler Industrien auf Verfälschungen, Imitationen und unnützen Dingen und die Verleitung des Geschmackes der Konsumenten und zwar nicht bloß weniger, sondern ganz großer Kreise, da ja auch hier der Absatz gezüchtet werden muß.

Selbstverständlich steht diesen Nachteilen als großer Vorzug die Verbreitung nützlicher und billiger Massenartikel für die weitesten Kreise der Bevölkerung entgegen. Überhaupt erscheint es bedenklich, aus den aufgeführten notorischen ökonomischen Nachteilen des Großbetriebes zu weitgehende Schlüsse auf die Zukunft zu machen. Das thut z. B. Grothe[1]), indem er schreibt: „Ich glaube, daß eine Zeit eintreten wird in nicht zu großer Ferne, wo die berechtigte Großindustrie, wie wir sie in dem Eisenhüttenwesen, den Eisengießereien und Eisenwalzwerken und dem Großmaschinen- und Eisenbahnutensilienbaue, in den großen Spinnereien, den chemischen Großindustrien u. s. w. in natürlichem Wege und natürlicher Lage erwachsen sahen, allein bestehen bleibt, aber eine Menge der heute künstlich aufgebauten Großbetriebe für die Herstellung von eigentlichen Gebrauchsartikeln verschwinden oder sich auflösen wird zu vielen kleineren Betrieben, die als Mittel- und Kleinindustrie Bestand finden."

Was sich erfahrungsgemäß sagen läßt über die Zukunft des Kleinbetriebes im Gewerbe, haben wir bereits bei der Würdigung der wichtigsten Arten des Handwerks mitgeteilt. Die ökonomischen Gründe, auf welche sich die Existenzfähigkeit bezw. Entwickelungsmöglichkeit des Kleinbetriebes in den einzelnen von uns aufgeführten

[1]) Grothe a. a. O.

Handwerksarten oder innerhalb einer solchen auf einzelnen Thätigkeitsgebieten stützt, sind vor allem in der Unersetzlichkeit einer Anzahl solcher Thätigkeitsgebiete des Kleinbetriebes durch den Großbetrieb zu suchen. Dahin gehören vor allem die Reparatur- und Anbringungsarbeiten und solche Arbeitsleistungen, die jedem einzelnen Fall individuell angepaßt werden müssen. Durch die massenhaftere Verwendung und vielfach wenig solide Qualität von Industriefabrikaten hat sich die Bedeutung der Reparaturen wesentlich gesteigert, nur wird der Preis dieser Arbeitsleistungen sehr nieder gehalten durch den geringen Preis des fertigen Fabrikats. Der Kleinbetrieb kommt ferner ökonomisch in Betracht für solche Gewerbe, welche die leicht verderblichen Nahrungs- und Genußmittel für den täglichen Verbrauch liefern. Die wichtigste ökonomische Grundlage des Kleinbetriebes bleibt aber stets die Anpassungsfähigkeit an die individuellen Bedürfnisse der Konsumenten. Kommt dazu noch das weitere ökonomische Moment, daß es sich um eine gewerbliche Thätigkeit handelt, bei welcher die Produktionskosten durch Arbeitsteilung nicht erheblich verringert werden können, oder bei welcher wenigstens ein unmittelbares Ineinandergreifen der verschiedenen Arbeitseinheiten, ein Hand-in-Handarbeiten zahlreicher Arbeiter in demselben Raume nicht zu den Voraussetzungen des Betriebes gehören, dann ist der Kleinbetrieb ökonomisch solid begründet und hat überdies häufig noch den wirtschaftlichen Vorzug, daß der Unternehmer zugleich der hauptsächlichste Arbeiter des Betriebes ist und dadurch ein hohes Selbstinteresse an der tüchtigsten Arbeitsleistung hat, was bei den Arbeitern des Großbetriebes sicher nicht der Fall ist.

Erst auf der Grundlage solcher ökonomischer Voraussetzungen kann das Interesse des Kleinbetriebes für oder gegen die technischen Betriebskräfte als Hilfsmittel der gewerblichen Thätigkeit[1]) zur Geltung

---

[1]) Musil, Die Motoren für das Kleingewerbe, 2. Auflage, Braunschweig 1883. Grothe, Über die Bedeutung der kleinen Motoren als Hilfsmaschinen für das Kleingewerbe im Jahrbuch für Gesetzgebung und Verwaltung, Leipzig 1884. Knoke, Die Kraftmaschinen des Kleingewerbes, Berlin 1887. Albrecht, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kleinkraftmaschinen im Jahrbuch für Gesetzgebung und Volkswirtschaft, Leipzig 1889. Claußen, Die Kleinmotoren und die Kraftübertragung von einer Centrale, ihre wirtschaftliche Bedeutung für das Kleingewerbe, ihre Konstruktionen und Kosten, Berlin 1891, ferner die Veröffentlichungen der Gewerbekammer für die Provinz Schleswig-Holstein über

kommen, kann die motorische Maschine als ein Faktor in der ökonomischen Würdigung des Klein- und Großbetriebes ihre Rolle spielen. Unrichtig aber ist es, wie dies so häufig geschieht, die technischen Betriebskräfte geradezu als das ausschlaggebende Moment für die Überlegenheit des Großbetriebes und für die Unmöglichkeit des Kleinbetriebes hinzustellen. Die ökonomischen Vorteile des Kleinbetriebes, also namentlich die Anpassung an den individuellen Geschmack und Bedarf im Gegensatz zur Massenfabrikation des Großbetriebes werden durch die Verwendung von technischen Betriebskräften nicht geschaffen, sondern nur gesteigert, ebenso wie die reichliche Verwendung technischer Betriebskräfte im Großbetriebe die ökonomische Eigenschaft dieser Betriebsart, die Massenfabrikation zu erhöhen geeignet ist. Selbstverständlich müssen auch die besonderen ökonomischen Verhältnisse, die des Ortes, des Bildungsstandes, der Marktlage u. s. w., die wir oben als wichtig und event. verschieden im einzelnen innerhalb einer Art von Handwerken hingestellt haben, berücksichtigt werden, und es kann eine Mißgunst auch dieser Verhältnisse den Nutzen der Betriebskraft nicht zur Geltung kommen lassen.

In der Litteratur finden wir vielfach dadurch schiefe Auffassungen über die Bedeutung der Motoren für das Handwerk, daß diese nicht den ökonomischen Hauptbedingungen untergeordnet werden. Von sozialistischer Seite, wenigstens von einem Führer dieser Partei, von Bebel wird die Benutzung der Kleinmotoren im Handwerk lediglich als ein Mittel zur Vergrößerung der Überproduktion bezeichnet[1]), und den Betriebskräften jeder Nutzen für das Handwerk abgesprochen. Auch diese Anschauung ist auf die falsche Voraussetzung von der Bedeutung der Motoren zurückzuführen, insofern sie ersichtlich der Tendenz entspringt, die Erhebung des Handwerkes zur Bedeutung der Industrie zu bekämpfen und damit auch über die berechtigten Ansprüche des Handwerkes hinweggeht. Das entgegen-

---

ihre Enquête betreffend die Motorenfrage, nämlich: Protokoll über die Sitzung der Gewerbekammer für die Provinz Schleswig-Holstein vom 18. Februar 1891, und Bericht der seitens der Gewerbekammer für die Provinz Schleswig-Holstein eingesetzten Kommission über die Motorenfrage (Drucksachen der Gewerbekammer für die Provinz Schleswig-Holstein Nr. 36). Vgl. auch Lueger, Lexikon der gesamten Technik, Band VII, Art. Wassermotoren, mit weiterer reichlicher Litteraturangabe über Kraftmaschinen des Kleingewerbes.

[1]) Grothe a. a. O.

gesetzte Extrem berührt sich in der falschen Voraussetzung mit der eben erwähnten Tendenz und will thatsächlich durch die Verwendung der Motoren das Handwerk befähigen, mit der Industrie auf deren eigenem Gebiete in Mitbewerb zu treten. Man glaubt dies zu erreichen dadurch, daß man die Fabriken decentralisiert, den Hausarbeitern motorische Kraft möglichst billig zur Verfügung stellt und damit die sozialen Nachteile des Fabrikwesens beseitigt. Daß man aber damit allein dem bestehenden Handwerk helfen oder neue Handwerkbetriebe schaffen kann, ist eine ebenso irrige Annahme, wie die, daß die Betriebskraft das Wesen sowohl des Klein- wie des Großbetriebes ausmache. Auch die besten nationalökonomischen Schriften über die Frage der Kleinmotoren befinden sich in diesem Irrtum. „Geben wir dem Kleinmeister," schreibt Albrecht, „Elementarkraft zu ebenso billigem Preise, wie dem Kapitale die große mächtige Dampfmaschine zu Gebote steht, und wir erhalten diese wichtige Gesellschaftsklasse, wir stärken sie, wo sie glücklicherweise noch besteht, wir bringen sie wieder auf, wo sie bereits im Verschwinden ist." Albrecht beruft sich u. a. auf einen der bedeutendsten Techniker unserer Tage, auf Werner v. Siemens, der aber, wie die meisten Techniker, wenn sie sich auf nationalökonomisches Gebiet begeben, das technische Moment überschätzt und die wichtigeren ökonomischen Grundlagen zu wenig berücksichtigt. Die von Werner v. Siemens in einem Vortrage „Über das naturwissenschaftliche Zeitalter" bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte im Jahre 1886 geäußerten Anschauungen[1]) betonen zunächst die Nachteile der Fabrikarbeit und begründen die Notwendigkeit der letzteren auf die gegenwärtig noch zu geringe Entwickelung der Maschinentechnik. „Große Maschinen," sagt Siemens, „geben die mechanische Arbeitsleistung bisher noch viel billiger als kleine und die Aufstellung der letzteren in den Wohnungen der Arbeiter stößt außerdem noch immer auf große Schwierigkeiten. Es wird aber unfehlbar der Technik gelingen, das Hindernis der Rückkehr zur konkurrenzfähigen Handarbeit zu beseitigen, und zwar durch die Zuführung billiger mechanischer Arbeitskraft, dieser Grundlage aller Industrie, in den kleineren Werkstätten und Wohnungen der Arbeiter. Nicht eine Menge großer Fabriken in den Händen reicher Kapitalisten, in denen ‚Sklaven der Arbeit' ihr kärgliches Dasein fristen, ist daher das Endziel der Entwickelung des

[1]) Albrecht a. a. O. nach dem Protokoll der Versammlung.

Zeitalters der Naturwissenschaften, sondern die Rückkehr zur Einzelarbeit!" Die Überschätzung der Betriebskraft tritt hier klar zu Tage. Wir haben seit dem Jahre 1886 wesentliche Fortschritte in der Maschinentechnik gemacht und wie wir im ersten Abschnitt gezeigt haben, die Motorentechnik auch für das Kleingewerbe gerade seit dieser Zeit weiter entwickelt, aber eine allgemeine Rückkehr zur Einzelarbeit läßt sich nicht konstatieren. Auch Grothe entging der Verwirrung nicht, die über die Bedeutung der Betriebskraft für das Handwerk herrschte. Auch er hält das Thätigkeitsfeld des Großbetriebes und des Kleinbetriebes im Gewerbe nicht strenge auseinander, scheint vielmehr ebenfalls an eine Hebung des Handwerks zur Industrie zu glauben, indem er schreibt: „Diese Umformung aber kann erst dann eintreten, wenn der Vorzug des heutigen Großbetriebes dieser Kategorie, die motorische Kraft, auch dem Kleinbetrieb leicht nutzbar zur Verfügung steht. Ohne dieses Hilfsmittel bleiben alle die übrigen vorgeschlagenen Reformen gewerbetechnischer und handelstechnischer Art halbe Maßregeln; ohne sie wird auch das Korporations- und Innungswesen nur zum Teil im stande sein, Handwerk und Gewerbe von neuem zu heben. Kleinmotoren mit gemeinschaftlicher großer unabhängiger Kraftquelle zum Betriebe der Kleinarbeitsmaschinen sind zur Erreichung der Aufgabe notwendig, und dafür muß die Gemeinthätigkeit angespannt werden."

Nach dieser Präcisierung unseres Standpunktes, namentlich auch gegenüber anderen zu weitgehenden Ansichten, sind wir in der Lage, das Interesse des gewerblichen Kleinbetriebes an den technischen Betriebskräften näher feststellen zu können. Während der industrielle Großbetrieb seine Überlegenheit in der Massenfabrikation darauf begründet, daß er weitgehende Arbeitsteilung mit Hilfe zahlreicher und zum Teil sehr kostspieliger, für den Kleinbetrieb unerschwinglicher Arbeitsmaschinen durchführt und sein bedeutendes Interesse an der technischen Betriebskraft darin findet, daß diese zum gleichzeitigen Antrieb aller Arbeitsmaschinen dient, fehlen dem Handwerk die meisten dieser Arbeitsmaschinen und damit ändert sich auch sein Interesse an der technischen Betriebskraft. Die Arbeitsmaschinen des Handwerks sind einfache Werkzeuge, welche unter Wirkung einer Betriebskraft zu einfachen Arbeitsmaschinen werden. Jene Arbeitsmaschinen des Großbetriebs aber müssen dem Handwerk fehlen, sofern es Handwerk bleiben will und nicht die Massenartikel der Arbeitsmaschinen, sondern individuellere Ar-

beitsleistungen liefern will. Das Handwerk hat auch nicht das Kapital, um solche Arbeitsmaschinen anzuschaffen und würde im Besitze derselben eben nicht mehr Handwerk, sondern Industrie sein. Dagegen scheint uns die Anschaffung eines Motors durch einen gewerblichen Kleinbetrieb, soferne sie für diesen überhaupt in unserem Sinne nützlich ist, keine Kapitalsanlage zu bedeuten, welche relativ weniger nutzbringend ist, als die Kapitalsanlage für große Betriebskräfte seitens der Großbetriebe. Man sagt zwar, daß eine große Dampfmaschine nicht 50- oder 100 mal mehr kostet als 50 oder 100 Kleinmotoren[1]), die zusammen den gleichen Krafteffekt haben; ferner, daß erst große Betriebskräfte ökonomisch besonders günstige Resultate aufweisen. Letzteres erweist sich nicht mehr haltbar im Hinblick auf die ökonomischen Leistungen der kleineren Motoren in ihrer neuesten Entwickelung und in ersterer Hinsicht ist zu sagen, daß der Kleinbetrieb freilich teuerer zu seiner Betriebskraft käme, wenn er 10 Kleinmotoren statt einer entsprechend großen Dampfmaschine anschaffen würde. Er schafft aber keine 10 Motoren an, sondern eben nur einen und der leistet ihm für seinen Kraftverbrauch relativ dasselbe, was die große Dampfmaschine dem Großbetrieb für dessen Kraftverbrauch bietet. Wenn freilich der Motor keine sonstige ökonomische Berechtigung im Kleinbetriebe hat, vielleicht nur in Nachahmung eines anderen Gewerbes oder der Konkurrenz aufgestellt ist, so ist die Kapitalsanlage eine verfehlte. Zu berücksichtigen ist auch, worauf schon Albrecht hinwies, daß der Kleinbetrieb Motoren verwenden kann, für welche er ganz der thatsächlichen Benützung entsprechend zahlt, während die Dampfmaschine eines Großbetriebs während eines beträchtlichen Teiles der Tageszeit nicht vollständig ausgenützt wird. Nur insoweit das Handwerk für sein ihm zukommendes Thätigkeitsgebiet bereits Arbeitsmaschinen braucht und nur insoweit es in ökonomisch vorteilhafter Weise zum Antrieb derselben und zu anderen Arbeiten motorische Kraft nützlich verwenden kann, kommt die Anschaffung von Motoren für das Handwerk in Betracht. Nicht aber soll die Anschaffung von Motoren in Verbindung mit der Neuanschaffung von Arbeitsmaschinen, die auf das Gebiet der industriellen Massenfabrikation hinüberführen, empfohlen werden. Ein Schuhmacher z. B. braucht als Handwerker keine be-

[1]) Lexis a. a. O.

sonderen Arbeitsmaschinen und auch keinen Motor. Schafft er sich einen solchen an, so wird er sich auch Nähmaschinen, Klopfmaschinen und Schuhpflockmaschinen anschaffen müssen, er wird für eine Anzahl Arbeiter stetige Beschäftigung bieten und eine tägliche Menge in gleichen Typen herzustellender Schuhwaren fabrizieren müssen, schon um seine Maschinen auszunützen und zu verzinsen. Damit hört er aber auf, ein Handwerker zu sein und muß, wenn er nicht zum abhängigen Hausindustriellen werden will, genügend Kapital und kaufmännische Bildung besitzen, um zum Fabrikanten emporzusteigen. Letzteres mag in einzelnen Fällen gelingen, aber als ein Mittel zur Erhaltung des „Handwerks" kann man in solchen Fällen die Verwendung von Motoren nicht bezeichnen. Dagegen dienen die Motoren als ein sehr schätzenswertes Mittel zur Stärkung der ökonomischen Grundlagen derjenigen eigentlichen kleingewerblichen Thätigkeiten, welche, wie wir gesehen haben, noch neben dem Großbetrieb lebensfähig sind. Aber auch bei solchen Handwerken ist eine gewisse Größe und Intensität des Betriebes ökonomische Voraussetzung für die Nützlichkeit eines Motors. Es muß in einem solchen Betriebe das Bedürfnis vorhanden sein, eine größere, regelmäßig wiederkehrende rein mechanische Arbeitsleistung zweckmäßiger durch den Motor zu ersetzen, und es muß ferner im Hinblick auf die gewerbliche Bildung des Meisters und durch begründete Aussicht auf ständigen und ausreichenden Absatz das Risiko der Kapitalanlage für einen Motor übernommen werden können. Wird dann infolge der Leistung der rein mechanischen Arbeit durch den Motor Arbeitszeit und Arbeitskraft frei für die qualifizierte, nicht rein mechanische Thätigkeit in dem betreffenden Handwerk, also besonders für die dem individuellen Bedürfnis, dem feineren Geschmack und der künstlerischen Ausstattung dienende Arbeitsleistung, so hat der Motor thatsächlich zur Erhaltung und Hebung des Handwerkes beigetragen. In solchen Fällen schadet es dann auch nichts, wenn das Vorhandensein des Motors dazu führt, daß nicht bloß Bestellungsarbeit gemacht, sondern gelegentlich auch auf Lager gearbeitet wird. Die Gefahr der Überproduktion, die dadurch eintreten kann, daß man die Maschine möglichst ausnützen will, ist da, wo der Motor überhaupt ökonomisch in einen Betrieb paßt, nicht groß, weil hier die Maschinenarbeit doch nicht die Hauptrolle spielt gegenüber der individualisierenden gewerblichen Arbeit und weil es sich meist um Motoren handelt, welche

man ganz nach Bedarf verwenden oder abstellen kann. Beim Großbetrieb dagegen kommen nicht bloß die Zinsverluste des Motors und der Transmission, sondern auch die der Arbeitsmaschinen, der Brennstoffvorräte und die Verluste durch Arbeiterwartelöhne in Betracht[1]). Bei jener überschüssigen Produktion des Handwerkes haben dann die gewerblichen Verkaufsgenossenschaften ein Feld für ihre Thätigkeit, wogegen ihnen der Vertrieb der Massenartikel industrialisierter Gewerbe erheblich schwerer fallen dürfte. Auch die Verbindung mit dem Kaufmann wird einen Handwerker der vorerwähnten Art nicht gleich in kapitalistische Abhängigkeit bringen. Im vorstehenden haben wir das eigentliche Gebiet des Handwerks mit Motoren und damit das positive Interesse des gewerblichen Kleinbetriebes an der technischen Betriebskraft festgestellt.

Der Übergang zu der unserem Gesichtspunkte entgegengesetzten Tendenz, das Handwerk durch Anschaffung von Motoren und neueren, der Massenfabrikation dienenden Arbeitsmaschinen zu industrialisieren, bildet eine Gruppe von gewerblichen Thätigkeiten, bei welchen es verhältnismäßig leicht ist, sich die gleichen Arbeitsmaschinen, wie sie der Großbetrieb zur Massenfabrikation verwendet, wenn auch in kleinerem Maßstabe, anzuschaffen und unter Antrieb eines Motors zu verwenden. Das ist besonders der Fall bei der Konfektion von Kleidern, Putz- und anderen Modewaren und in einzelnen Zweigen der Metall- und Holzwarenindustrie; Albrecht[2]) scheint auch einen Teil der Textilindustrie, wenigstens die Weberei hierherzurechnen. Wir können uns nicht davon überzeugen, daß dem Handwerk durch Arbeitsmaschinen, deren Wirkung nicht in der Richtung der ökonomischen Überlegenheit des Handwerkes sich bewegt, geholfen werden kann, glauben vielmehr, daß in solchen Fällen eine Verwechselung des

[1]) Grothe a. a. O.

[2]) „Das fein ausgedachte Schaltwerk, welches Jacquard dem Webstuhl zum Steuerungsbetriebe gab, überlieferte die Weberei im Prinzip der Dampfmaschine. Noch ist der Prozeß der gänzlichen Verschlingung hier nicht vollzogen, obwohl er immer weitere Fortschritte macht; denn die Menschenkraft reicht nur noch eben aus, das Jacquardgetriebe für mittelschwere Stoffe zu bewegen, obwohl dabei schon sehr große Ansprüche an den Körper gemacht werden. Geben wir dem Weber, der sich heute mit seinem Handstuhle vergebens müht, mit der Dampfmaschine den ungleichen Kampf hinzuschleppen, billigere Betriebskraft, und die Verhältnisse werden sich auch für ihn sofort ganz anders gestalten." (Albrecht a. a. O.)

selbständigen gewerblichen Kleinbetriebes, welcher doch auch bei Albrecht und Grothe der Ausgangspunkt der Untersuchung ist, mit der abhängigen Hausindustrie unterläuft.

Auf dem Gebiete des eigentlichen Handwerkes gibt es nun sehr zahlreiche Arbeitsleistungen, welche der Motor entweder ganz übernehmen oder doch wesentlich unterstützen kann. Es ist vor allem an die rein mechanische Arbeit zu denken, wie an das Heben, Hobeln, Sägen, Bohren, Stanzen, Stemmen, Prägen, Pressen, Drehen, Schleifen. Eine Anzahl Arbeitsmaschinen sind auch beim eigentlichen Handwerk nötig, wie bei dem Drechsler die Drechslerbank, beim Buchbinder die Schnellpresse, beim Reifer das Schwungrad, beim Schleifer Schmörgel und Polierscheiben, beim Wurstmacher die Hackmaschine, beim Sägegewerbe die Kreissäge, dazu kommen die kleineren Handwerkzeuge, wie Bohrer, Meisel, Hammer, Fraiser, Scheren und Nietwerkzeuge, die von Elektromotoren, Druckluft- oder Druckwassermotoren in Thätigkeit gesetzt werden können. Damit ist aber dem ganzen Gedankengang unserer Darstellung entsprechend nicht gesagt, daß für alle diese gewerblichen Arbeiten die Anschaffung eines Motors zu empfehlen wäre. Es muß vielmehr von Fall zu Fall vorgegangen, auf die oben durchgeführte Unterscheidung der existenzfähigen und nicht existenzfähigen Kleinbetriebe Rücksicht genommen und auch bei den existenzfähigen auf die speziellen ökonomischen Verhältnisse eingegangen werden. Auf Grund der allgemeinen, ökonomischen Würdigung wird man z. B. die Anschaffung von Motoren für die Bäckerei und Konditorei, Wurstfabrikation, für die Bauschreinerei u. a. empfehlen können. Bei der Buchdruckerei wird es sich vielfach fragen, ob man es noch mit Handwerk oder mit Industrie zu thun hat.

Daß aber auch die besonderen ökonomischen Verhältnisse zu berücksichtigen sind, ergibt sich aus dem schon mehrfach angezogenen Fall des Sägegewerbes. Daß dieses Gewerbe die Betriebskraft, besonders Wasserkraft, gar nicht entbehren kann, ist klar, daß aber diese Betriebskraft dem Sägegewerbe, das sich auch aus allgemeinen ökonomischen Erwägungen für den Kleinbetrieb ganz gut eignet, nicht im entferntesten genügt, um seine Existenzfähigkeit sicher zu stellen, wenn die speziellen ökonomischen Vorbedingungen nicht günstig sind, zeigen die Verhältnisse dieses Gewerbes in einzelnen deutschen Gegenden, wie in Bayern, wo der Mangel an Wasserstraßen und die auswärtige Konkurrenz dieses Gewerbe stark bedrücken. Bei manchen der

obenerwähnten gewerblichen Thätigkeiten wird es sich auch um die Frage handeln, ob sie in dem Handwerksbetriebe selbst durch die Kraftmaschinen vorteilhafter ausgeführt werden, oder ob es nicht billiger kommt, entsprechend vorgearbeitete Rohstoffe oder Halbfabrikate von Fabriken zu beziehen. So wird im Gegensatz zur Bauschreinerei, für welche die Verwendung des Motors unter sonst entsprechenden Verhältnissen wohl durchweg am Platze ist, die Möbelschreinerei vielfach erwägen, ob es ihrem Bedarf und ihren Verhältnissen besser entspricht, wenn sie ihr Material in gehobeltem und gefraistem Zustande aus einer Holzfabrik bezieht, statt es selbst mit Hilfe eines Motors zu hobeln und zu fraisen.

Wir legen also auf Grund einiger praktischer Kenntnisse des industriellen und gewerblichen Lebens den Schwerpunkt auf eine durchaus individualisierende Beurteilung der kleinen Motoren, unter Berücksichtigung der mitgeteilten Gesichtspunkte. Wir können deshalb mit den litterarischen Vorarbeiten in dieser Frage, insbesondere mit Albrechts Abhandlung in Schmollers Jahrbuch nicht übereinstimmen, weil diese nach unserer Meinung viel zu sehr generalisieren und die ökonomischen Momente vielleicht in der sozialpolitischen Tendenz, dem Handwerke möglichst zu helfen, viel zu wenig berücksichtigen. Daß Albrecht glaubt, „der kleine Weber würde dem Überdruck des Kapitals entzogen sein, wenn wir ihm das auf seinen Webstuhl entfallende Maß elementarer Betriebskraft geben könnten", haben wir oben schon angedeutet. Die gleiche Bedeutung wie für den Weber hat nach Albrecht die Kraftmaschine für die Schreinerei, die Schlosserei, die Gürtlerei, die Klempnerei (Flaschnerei), die Bürstenbinderei, die Pumpenmacherei u. s. w. „Was diesen Gewerben," sagt Albrecht, „und vielen anderen fehlt, sind teils die Kraft-, teils die Arbeitsmaschinen. Aber die letzteren würde der einzelne Handwerker sich auch jetzt schon beschaffen können, da sie zu wirklich billigem Preise zu erhalten sind; ihm fehlt nur immer die Betriebskraft. Der Schreiner, dem man für die Kreissäge, eine Bandsäge, eine Holzhobelmaschine die Betriebskraft billig lieferte, würde mit diesen Maschinen in seinem Heim ebensogut arbeiten können, als er es jetzt in der Möbelfabrik thut, die ihn an sich gezogen hat. Er würde dabei, indem er seine Maschinengruppe auf das Mannigfachste zu verwerten hätte, seine Geschicklichkeit erhalten oder wieder gewinnen, welche ihm als Fabrikarbeiter abhanden kommt. Der Schuster verfügt bereits über eine Reihe der zahlreichen Maschinen zur Her-

stellung des Schuhwerks, die den Schuhfabriken so große Erfolge verbürgen. Man liefere ihm billige und bequeme Betriebskraft, und er würde bald auch für weitere Verrichtungen in der Lage sein, sich die dem Großbetriebe bereits zur Verfügung stehenden Arbeitsmaschinen nutzbar zu machen. Die Klempnerei ist mit einer ganzen Anzahl vorzüglicher Hilfsmaschinen ausgerüstet worden, von denen auch der einfachste Handwerksmeister die eine oder andere, freilich für den Handbetrieb, bereits anschafft. Der Bäcker kann in größeren Städten ohne die Teigmaschine nicht bestehen, die schwedische Knetmaschine würde er allgemein benützen, wenn er über Maschinenkraft verfügte. Sehr viele Fleischer benutzen bereits Fleischhackmaschinen, die aber nur schwer mit der Hand, leicht mittels der Kraftmaschine zu betreiben sind." Wir brauchen wohl kaum nach allem, was wir in diesem Kapitel ausgeführt haben, in längerer Polemik darzulegen, wie Albrecht hier in Ermangelung eines festen ökonomischen Gesichtspunktes richtige und unhaltbare Behauptungen zusammen vorbringt.

Falsch wäre es auch, wenn man die Statistik über die im gewerblichen Kleinbetriebe thatsächlich vorhandenen Motoren als ausschlaggebend für die richtige Verwendung derselben hinstellen wollte, denn die Ziffern dieser Statistik sind eben an sich wenig beweiskräftig, da man daraus nicht ersehen kann, ob das betreffende Handwerk bei dieser Betriebsart selbständig gedeiht. Überdies läßt sich nicht ganz leicht ausscheiden, wie groß die Verwendung von Motoren in dem eigentlichen gewerblichen Kleinbetriebe ist. Petersilie[1]) schätzte für das Jahr 1882 in Preußen die Verwendung von Motoren im kleingewerblichen Betriebe mit höchstens 5 Gehilfen auf 30061 in der Getreidemüllerei, während alle übrigen Kleingewerbe nur 8594 Motoren in Betrieb gehabt hätten. Für das Jahr 1888 schätzt Albrecht[2]) die Zahl der im gewerblichen Kleinbetriebe vorhandenen Gas- und Heißluftmotoren mit 4 P.S. als oberste Grenze auf 21000 im ganzen Deutschen Reiche. Diese Zahlen und die weiteren Ausscheidungen auf einzelne Gewerbegruppen haben heute wohl keine Bedeutung mehr. Heißt es doch in dem Buche „Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts", daß selbst die Gewerbestatistik von 1895 bezüglich der Elektrizitätswerke nur noch historischen Wert habe. Eine statistische Unter-

[1]) Petersilie a. a. O.
[2]) Albrecht a. a. O.

suchung über die derzeitige Verwendung von Betriebskräften im Kleingewerbe wäre aber eine Arbeit für sich, die wir hier nicht durchführen können. Es müßten dabei vor allem auch die Verwaltungsberichte der größeren Städte und deren Angaben über die Verwendung von Elektromotoren in den einzelnen Gewerbegruppen berücksichtigt werden. Um an einem Beispiele ein Bild zu geben, wie sich in einer sehr gewerbereichen Stadt die Benützung eines Elektrizitätswerkes in den wenigen Jahren seines Bestehens für die motorischen Zwecke der Gewerbe gestaltete, lassen wir die aus den Verwaltungsberichten der Stadt Nürnberg ausgezogenen Ziffern über die an das städtische Elektrizitätswerk angeschlossenen Motoren in dieser gewerbereichsten Stadt Süddeutschlands in Anlage 7 folgen.

Ein Blick auf diese Statistik einer einzelnen Industriestadt zeigt schon, daß es schwierig ist, aus den gewerblichen Betrieben, welche Motoren benützen, diejenigen auszuscheiden, welche zu dem selbständigen Handwerk zu rechnen sind. In vielen Fällen der Tabelle dürfte es sich nicht um selbständiges Handwerk, sondern um hausindustrielle Thätigkeit handeln. Noch mehr würde das bei einer Motorenstatistik der Stadt Berlin hervortreten.

Wir haben bisher bei der Würdigung der Interessen des gewerblichen Kleinbetriebs an der technischen Betriebskraft vor allem die Betriebsform des selbständigen Handwerks in den Vordergrund gestellt. Sie verhält sich zur Hausindustrie etwa wie ein freies Bauerngut zum landwirtschaftlichen Pachtsystem. Durch unsere Präcisierung der Bedeutung, welche die technische Betriebskraft für das selbständige Handwerk hat, ergibt sich das Interesse, welches der hausindustrielle, gewerbliche Kleinbetrieb an den Motoren hat, von selbst. Es handelt sich nicht mehr um ein von der Industrie zu trennendes Gebiet, sondern um die gleichen Interessen, welche die Industrie an der Betriebskraft hat, um die Förderung der Massenfabrikation mit Motoren und Arbeitsmaschinen hier im hausindustriellen Kleinbetrieb im kleinen, wie dort bei der Großindustrie im großen. Es handelt sich nicht mehr um die Ausführung bestellter Waren, von denen fast jede anders als die vorhergehende ausgeführt werden muß, und deshalb kann in diesen Hausindustrien auch die Anschaffung neuer Arbeitsmaschinen außer den Motoren von Bedeutung sein, die für das Handwerk nicht in Frage kamen. Die Beschaffung dieser Maschinen und die des Rohmaterials für die Waren, die Verwertung der Abfälle und der Verschleiß der

auf Lager gefertigten Artikel macht aber den Hausindustriellen in ganz anderem Grade als den Handwerker abhängig von dem Kapital und der Intelligenz eines Kaufmanns oder eines Unternehmers, ja vielfach tritt als Unternehmer der Hausindustrie der Großbetrieb der gleichen Branche auf, welcher von der Hausindustrie einen Teil seiner Fabrikate oder wenigstens einen Teil des Produktionsprozesses ausführen läßt.

Man wird das Interesse dieser Art des gewerblichen Kleinbetriebes an der technischen Betriebskraft ganz danach würdigen, je nachdem man die Vorteile und Nachteile dieser Betriebsform überhaupt abschätzt. Einer der besten Kenner der deutschen Hausindustrie, Stieda[1]), meint, daß die scheinbaren Vorzüge der Hausindustrie wie größere Freiheit bei der Arbeit, Abwechslung mit anderer Thätigkeit und Zusammenhang der Familie in Wirklichkeit wenig zu finden seien. Das Elend dagegen sei, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, größer als in den Fabriken. Man kann hoffen, daß die Verhältnisse sich bessern, wenn es gelingt, unsere Sozialgesetzgebung auch auf die Hausindustrie auszudehnen. Vom rein ökonomischen Gesichtspunkte aus wird man sagen müssen, daß sich sehr wohl Fälle denken lassen, wo eine solche Decentralisation der Industrie für den Unternehmer vorteilhafter als der Betrieb einer Fabrik und für die hausindustriellen Arbeiter vorteilhafter als die Arbeit in der Fabrik ist; man wird deshalb auch diese Betriebsform für das so mannigfache und reiche industrielle Leben der Gegenwart gelten lassen und nur auf die Beseitigung von Mißständen bedacht sein. Freilich hat für diese hausindustriellen Betriebe die technische Betriebskraft nicht die gleiche positive Bedeutung wie für das freie Handwerk, soweit dieses existenzfähig ist. Auf diese hausindustrielle Art von gewerblichen Kleinbetrieben allein läßt sich unseres Erachtens die pessimistische Auffassung anwenden, die Lexis[2]) über die Bedeutung des Maschinenwesens für den Kleinbetrieb kundgibt. Danach werden zwar einige wenige Vertreter des Kleinbetriebs, die sich eine neue Maschine anschaffen, zu einer höheren wirtschaftlichen Stufe emporsteigen und aus ihrer bisherigen gewerblichen Klasse ausscheiden. Von diesen Ausnahmen abgesehen, verbleiben die übrigen kleinen Unternehmer auch nach Anschaffung der Maschine ohne Vorteil von derselben; denn, meint Lexis, durch die Wirkung der Konkurrenz

[1]) Stieda, Die deutsche Hausindustrie, Leipzig 1889.

[2]) Lexis, im Handwörterbuch für Staatswissenschaften, Art. Maschinenwesen.

werden bald alle Vertreter des betreffenden Gewerbes mit der gleichen Maschine versehen sein und nur, wer einen gewissen Vorsprung hatte, wird einen Extragewinn erlangen. Im übrigen ist es nicht abzusehen, „weshalb dann das angelegte kleine Kapital sich höher als zu dem normalen Gewinnsatze, der auch bei der früheren Betriebsform erreicht wurde, verzinsen sollte“. Wenn Lexis sodann auf die Nähmaschine verweist und mit Recht in Abrede stellt, daß diese die Lage der selbständigen Näherin verbessert, sondern diese nur genötigt hat, die Kosten für die Nähmaschine eventuell unter drückenden Bedingungen auf sich zu nehmen, so möchten wir in weiterer Verfolgung unserer Gesichtspunkte nur hervorheben, daß die Nähmaschine, die übrigens bereits eine Arbeitsmaschine ist, im hausindustriellen Kleinbetrieb gewiß meist keine erfreulichere Bedeutung gehabt hat, als die von Lexis erwähnte. Wohl aber können wir uns denken, daß eine Nähmaschine in einem geschmackvoll arbeitenden Schneider- oder Putzgeschäft, also in einem wirklichen Handwerksbetriebe eine wesentlich höhere Bedeutung gewinnt, weil durch diese Maschine Arbeitszeit und Arbeitskraft für die höhere gewerbliche Thätigkeit frei wird. Das gilt noch mehr für eine technische Betriebskraft als wie für die kleine Nähmaschine. Deshalb können wir uns auch der Meinung Lexis nicht vollständig anschließen, welcher als letzte Wirkung des Maschinenwesens überhaupt nur den Vorteil des Konsumenten bezeichnet. Lexis schreibt nämlich: „Überhaupt kann die wirtschaftliche Wirkung der Maschinenverwendung in kleinem Betriebe auf die Dauer keine andere sein, als im großen: die Maschine bewirkt eine Steigerung der objektiven Produktivität der menschlichen Arbeit, die schließlich den Konsumenten zu Gute kommt, nicht aber eine dauernde Erhöhung des Kapitalgewinnes verursacht, da die Konkurrenz den Preis der nunmehr in größerer Menge produzierten Erzeugnisse entsprechend herabdrückt.“ Wir möchten dem gegenüber die Bedeutung der Maschine für die gewerblichen Produzenten in dem Satze zusammenfassen: Die Betriebskräfte im gewerblichen Kleinbetriebe machen die Freien noch freier und die Abhängigen meist noch abhängiger. Da die Maschine im hausindustriellen Kleinbetrieb, wenn sie einmal eingeführt ist, den wichtigsten Faktor der Produktion darstellt, da die Herstellung gleichmäßiger Maschinenwaren leicht vermehrt werden kann und da der Hausindustrielle die Tendenz hat, die Maschinenanlagen möglichst auszunutzen und zu verzinsen, tritt in der Hausindustrie die Gefahr der Überproduktion mehr hervor wie beim wirklichen Handwerk. Günstig wirkt

aber in dieser Beziehung die moderne Verwendung von Motoren, die an eine Centrale angeschlossen sind, und deren Inbetriebsetzung man ganz nach Bedarf einrichten und im Verhältnis zum Verbrauch an Kraft bezahlen kann.

Damit hängt wohl auch zum guten Teile die bedeutende Vermehrung der hausindustriellen Thätigkeit in der allerneuesten Zeit zusammen. Ja, die Beziehungen der decentralisierten Industrie, der Massenfabrikation im gewerblichen Kleinbetrieb zu den technischen Betriebskräften dürften mehr und mehr das Interesse des qualifizierten Handwerks an der technischen Betriebskraft überflügeln. Wie früher die großen stationären Dampfkraftanlagen der Fabriken für die im Laufe der letzten Jahrhunderte hochentwickelten Hausindustrien einen Kryſtallisationspunkt bildeten und der Umwandlung einer Reihe von Hausindustrien in fabrikmäßige Großindustrien dienten, so scheinen jetzt die großen elektrischen Centralen, namentlich diejenigen mit elektrischer Übertragung der Wasserkraft, eine Wiederaufteilung mancher centralisierter Industrien herbeizuführen. In gewissem Maße kann eine weitgehende Verwertung der Wasserkraft sogar beträchtliche örtliche Verschiebungen in der Produktion herbeiführen, indem sich die Industrie nicht mehr wie jetzt in den Gegenden zusammendrängt, wo ihre Kraftquelle, die Kohle, in reichem Maße zu finden ist. Es kann bei einem weiteren Ausblick in die Zukunft Oberdeutschland die gewerbliche Überlegenheit, die es im Mittelalter gegenüber Niederdeutschland hatte, zum Teil wieder zurückerhalten. Besonders dann, wenn nur eine Arbeitsmaschine in Betracht kommt, erweist sich der Elektromotor als sehr geeignetes Hilfsmittel zur Decentralisierung der Industrie. Die weitere Verzweigung und Verästelung der modernen Verkehrsmittel, wozu in neuester Zeit ja noch das Fahrrad und das Automobil kommen, ist geeignet, die Decentralisierung der Industrie zu befördern. Bei dem Elektrizitätswerk Oberspree, das in bedeutendem Maße der Hausindustrie dient, tritt diese Erscheinung nicht so zu Tage wie bei einer elektrischen Centrale auf dem platten Lande, wie z. B. bei der Hausindustrie der Uhrmacher im schweizerischen Jura (La Goule) oder bei der Weberei in St. Etienne. Über die letztere macht Lux[1]) folgende interessante Mitteilungen: „In St. Etienne sind

[1]) Lux a. a. O. und in dem Aufsatze, Der Kleinmotor und das Kleingewerbe. Sozial-politisches Centralblatt, 4. Jahrgang.

ca. 18000 Webstühle im Betriebe, von denen der größte Teil auf die Hausindustrie entfällt. Die Webstühle gehören zumeist den Webern selbst und der Unternehmer tritt den Webern ebenso wie in Schlesien, in der Niederlausitz und im Erzgebirge als „Verleger" gegenüber. Seit 1893 wird nun in St. Etienne bereits eine ganze Anzahl von Webstühlen durch Elektromotoren betrieben, die den nötigen Strom von der Edison Electric Co. geliefert erhalten. Da die Leistungsfähigkeit des einzelnen Stuhles dadurch um ca. 25 % gestiegen ist, hat sich die Edison Electric Co. erboten, die zahlreichen, übrigen Webstühle des Distrikts in gleicher Weise mit Elektromotoren zu versehen. Die für diesen Zweck errichtete Centrale liefert 900 P.S. Nach den Offerten der Edison Electric Co. betragen die Ausgaben pro Stuhl 350 Francs einschließlich Elektromotor und Transmission, wofür der Bewegungsmechanismus in den Besitz des Webers übergeht, der außerdem noch 10 Francs pro Monat und Stuhl für Instandhaltung des maschinellen Teiles seiner Anlage zu bezahlen hat." Ähnlich sind die Verhältnisse im schweizerischen Jura beim Elektrizitätswerk La Goule, welches 1500 P.S. erzeugt und die Uhrmacherdörfer im Thale von St. Imier mit Kraft und Licht versorgt. Ansätze zu dieser Entwickelung haben wir auch in der Nähe von München im Isarthale und in Fürstenfeldbruck u. s. w. Wir finden bereits Berechnungen über die für eine gewerbthätige Gegend im Durchschnitt notwendige Größe einer Kraftcentrale, in ähnlicher Weise, wie man die Wasserversorgung der Städte berechnet und reguliert. Als Ziel wird dabei hingestellt, daß die Kraftstationen über ein Land so verteilt werden, daß es nirgends an Betriebskraft fehlt. Tavernier[1]) berechnet, daß man im Verhältnis zur Bevölkerungszahl, von besonderer Gewerbethätigkeit abgesehen, als künftigen Verbrauch an elektrischer Energie für Beleuchtung und Kleinmotoren $^1/_3$ bis $^1/_{10}$ P.S. pro Kopf rechnen darf, den letzteren Prozentsatz bei einer dünn gesäten und wenig gewerbthätigen Bevölkerung.

---

[1]) Tavernier a. a. O. begründet diese Schätzungen mit einem Hinweis auf die Kraftverteilung in dem Kanton Genf, indem er schreibt: „Le canton de Genève, avec une population de 100000 habitants, aura bientôt absorbé les 4000 chevaux de la Coulouvrenière, les 11000 chevaux de Chèvres, et on compte qu'il absorbera de même les 20000 chevaux qu'on va bientôt aménager pour utiliser entièrement la chute du Rhône jusqu'à la frontière française, soit en tout 35000 chevaux."

Voraussichtlich wird die Entwickelung dahin gehen, daß eine Anzahl von Industrien, bei welchen das Ineinanderarbeiten der einzelnen Industriezweige, die Beschaffung des Rohstoffes und die Verwertung der Abfälle, dauernd eine Centralisation bedingt — wie dies vielfach in Berlin der Fall ist — in den Industriecentren vereinigt bleibt, während andere Industrien der Decentralisation entgegengehen. Lux[1]) bezeichnet als solche Industrien die Weberei, die Cigarrenfabrikation, Schneiderei, Schuhmacherei, Stickerei, Spitzenverfertigung und Verfertigung von Uhrwaren. Man sieht, wie die alten Hausindustrien des 18. und 19. Jahrhunderts wieder zu neuem Leben erwachen. Die alte Erscheinung in der Kulturentwickelung, daß eine veraltete Einrichtung unter Benützung einer neuen Technik im neuen Gewande wieder auftritt, dieselbe Erscheinung, die wir in der modernen Großschiffahrt, im Automobil, im Gasglühlicht, auf dem Gebiete der Mode, ja man darf wohl auch mutatis mutandis sagen, der Kunstentwickelung täglich neu erleben!

Die Bedeutung der Elektrizitätscentralen für die hausindustrielle Art der gewerblichen Kleinbetriebe führt uns zur Würdigung der Bedeutung, welche die verschiedenen Arten von Betriebskräften für den gewerblichen Kleinbetrieb überhaupt haben. Wir können uns kurz fassen unter Hinweis auf die eingehenden Darlegungen im ersten Abschnitt. Man wird daraus erkennen, daß die bisherige Litteratur, unter welcher die Schriften von Musil und Knoke in technischer Beziehung am eingehendsten sind, über die Bedeutung der technischen

[1]) „Gewisse Industriezweige werden ihrer Natur nach immer der Kooperative von Hunderten und Tausenden von Arbeitern reserviert bleiben; andere dagegen, besonders die, wo eine beschränkte Anzahl von Arbeitsmaschinen den Rohstoff in das fertige Produkt verwandelt, vertragen sehr wohl eine Decentralisation; hier steht obenan die Textilindustrie oder korrekter die Weberei. Ebenso vertragen die Zigarren- und Zigarrettenfabrikation, Schneiderei, Handschuhmacherei, Stickerei, Spitzenverfertigung, Verfertigung von Uhren, Schnitzwaren u. s. w. sehr gut eine weitgehende Decentralisation, überhaupt jeder Betrieb, wo eine einzige Arbeitsmaschine hauptsächlich oder ausschließlich in Betracht kommt, oder wo zur Anfertigung der Ware nur eine beschränkte Zahl von Manipulationen notwendig ist. Hier bedeutet die Einführung eines Motors in den Produktionsprozeß eine thatsächliche Steigerung der Produktivität der Arbeit; vor allem ist der Elektromotor das Ideal einer Kraftmaschine, weil er sich der einzelnen Arbeitsmaschine so vollständig anschmiegt, daß er mit ihr zu einem einzigen Ganzen verschmilzt." Lux, Die wirtschaftliche Bedeutung der Gas- und Elektrizitätswerke. Leipzig 1898.

Betriebskräfte für den gewerblichen Kleinbetrieb durch die neuere technische Entwickelung vielfach veraltet ist. Während in den Darstellungen von Albrecht und Grothe die an den Gascentralen angeschlossenen Gasmotoren, dann die Heißluftmaschinen, Druckluft- und Druckwassermotoren, höchstens noch die Benzinmotoren eine Rolle spielen, sind wir jetzt in der Lage, auf eine wesentlich reichlichere Auswahl von Motoren für das Kleingewerbe hinweisen zu können.

Vor allem gehört die Verwendung des Elektromotors in den Werkstätten des gewerblichen Kleinbetriebs erst der allerjüngsten Vergangenheit an. Wir haben oben bereits die Ziffern über die Verwendung von Elektromotoren in der gewerbereichsten Stadt Süddeutschlands mitgeteilt und wollen hier nur noch erwähnen, daß in der gewerbereichsten Stadt Norddeutschlands, in Berlin, die Entwickelung eine nicht minder augenfällige ist. Es waren nämlich an das Leitungsnetz der Berliner Elektrizitätswerke Ende 1895 ca. 300 Betriebe mit 930 Elektromotoren angeschlossen. Ende 1897 1250 Betriebe mit 2460 Motoren, im Jahre 1899 aber (Ende September) 2400 Betriebe mit 13 858 Elektromotoren. Der bisherige Mangel des Elektromotors — die verhältnismäßig hohen Kosten — scheint gegenüber den großen sonstigen Vorzügen und Annehmlichkeiten in der Bedeutung zurückgetreten zu sein. Mit der zunehmenden Ausnützung technisch vorteilhafter und günstig gelegener Wasserkräfte wird für den Elektromotor auch der Vorzug größerer Billigkeit hinzukommen, und die Elektrizitätswerke werden unter solchen Bedingungen die Gascentralen in der Eigenschaft als Kraftquellen rasch zurückdrängen. Die Entwickelung der Gascentralen als Kraftstationen ist in den letzten Jahren im Vergleich zu der analogen Entwickelung der Elektrizitätswerke eine langsame und gedrückte. Ob die letzteren nicht gegenwärtig schon die Gaswerke, welche bis in die neueste Zeit die hauptsächlichste Kraftquelle für den gewerblichen Kleinbetrieb bildeten, überflügelt haben, können wir augenblicklich nicht beurteilen. Dagegen haben neben den Elektromotoren andere Gasmotoren, welche nicht von den Gascentralen abhängig sind, an Bedeutung gewonnen, freie Motoren, welche ein heizschwaches Gas, das zu Beleuchtungszwecken wenig oder gar nicht geeignet ist, selbst erzeugen, also besonders die Dowsongasmotoren und die gleichfalls Wassergas selbst erzeugenden neuesten Sauggasmotoren. Dazu kommt an freien Motoren noch der neue Petroleummotor, der auch minder-

wertige Öle verwenden kann und auch sonst eine Reihe von Vorzügen für den Betrieb in den Werkstätten hat. Es bedarf nur einer Verbilligung solcher für Leuchtzwecke nicht geeigneter Öle, hauptsächlich auch durch Zolldifferenzierung, um den Petroleummotor in ähnlicher Weise für den gewerblichen Kleinbetrieb geeignet zu machen, wie dies bei dem Gasmotor durch die Verwendung heizschwacher als Leuchtgas nicht brauchbarer Gase der Fall ist. In erhöhtem Maße muß die Verbilligung des Wärmestoffes noch eintreten beim Spiritusmotor, wenn derselbe die wünschenswerte allgemeinere Verwendung finden soll. Gegenüber den ökonomischen Vorzügen des Elektromotors, des Wassergasmotors und des Dieselmotors treten die Motoren, welche früher in erster Linie für den gewerblichen Kleinbetrieb empfohlen wurden, an Bedeutung zurück, obwohl natürlich die vorhandenen Anlagen noch sehr zahlreich sind und benutzt werden. Die Kleindampfmaschinen mit ihrer Explosionsgefahr, die Heißluftmaschinen mit der Umständlichkeit des Anheizens, die wenig ökonomischen Druckluft- und Druckwasseranlagen und die nicht ungefährlichen und vielfach belästigenden Benzinmotoren können sich mit den obengenannten drei neueren Motoren nicht messen, wenn man das Facit der Vorzüge und Nachteile zieht. Auch die besonders in großen Städten, wie Berlin, früher sehr häufige Erscheinung, daß Kleingewerbetreibende, wie Drechsler und Schreiner, in größeren Dampfcentralen die Roharbeit ihres Gewerbes verrichten ließen, ist durch die Ausdehnung der Elektrizitätswerke zurückgetreten. Der Gaspreis der Leuchtgascentralen für Motorzwecke ist unter der Konkurrenz der neuen Motoren zwar vielfach herabgesetzt worden; es fragt sich aber, ob diese Verbilligung genügt, um den mit Gascentralen arbeitenden Gasmotoren ihre Bedeutung zu sichern, da die Herabsetzung des Gaspreises in der Rentabilität der Gaswerke ihre Grenze findet.

Inwieweit der Staat und die anderen öffentlichen Organe, also besonders die Gemeindeverwaltungen, in der Lage sind, die Verwendung verschiedener Motoren noch ökonomischer und dadurch die Benützung derselben im gewerblichen Kleinbetrieb — da, wo sie am Platze ist — noch häufiger zu machen, diese wirtschaftspolitischen Fragen werden wir im letzten Abschnitte unserer Darstellung noch näher untersuchen. Während die Industrie an der Dampfkraft und damit auch an der später zur Erörterung kommenden Wirtschaftspolitik der Dampfkraft am meisten interessiert ist, hat der gewerbliche Klein-

betrieb, wie wir eben gesehen haben, gerade an der Dampfkraft das geringste positive Interesse. Die Förderung seiner Interessen wird dagegen in den späteren Erörterungen über die Wirtschaftspolitik der Wasserkraft, der Motorcentralen und der freien Kleinmotoren zur Geltung kommen.

6. Kapitel.

Die technischen Betriebskräfte und die Landwirtschaft.

Während das Interesse der Industrie an der technischen Betriebskraft sich als ausgesprochen positives erwies und bei den Interessen der Lohnarbeit und des gewerblichen Kleinbetriebs durch eine genauere Analyse die Interessen bloßzulegen und einige Verwirrungen in den Anschauungen über diese Fragen zu beseitigen waren, kehren wir schließlich mit der Landwirtschaft wieder zu einer wirtschaftlichen Gruppe zurück, deren Interessen an den technischen Betriebskräften klar und deutlich sind, bei der es vielmehr — wenigstens bei uns in Deutschland — nur an einer genügenden Wahrnehmung dieser Interessen fehlt. „Zuletzt von den Hauptproduktionszweigen," heißt es im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, „hat die Landwirtschaft aus den Fortschritten der mechanischen Technik Gewinn gezogen: Dampfpflug, Säe-, Mäh-, Dreschmaschinen ꝛc. stammen alle aus der neuesten Zeit und sind auch gegenwärtig noch keineswegs in allen Betrieben zu finden, die sie nach ihrer Größe und ihren sonstigen Verhältnissen mit Vorteil verwenden könnten."

Für das Deutsche Reich gibt die landwirtschaftliche Betriebszählung vom 14. Juni 1895[1]) über die Verwendung von Maschinen in den landwirtschaftlichen Betrieben folgendes Bild. Die zunehmende Verwendung der wichtigsten landwirtschaftlichen Maschinen von 1882 bis 1895 ergibt sich aus nachfolgender Gegenüberstellung:

	Betriebe mit unter 100 ha		Betriebe mit über 100 ha	
	1882	1895	1882	1895
Dampfpflüge	836	1696	971	1325
Mähmaschinen	19634	35084	27126	7951
Dampf-Dreschmaschinen .	75690	259364	244022	15342
Andere Dreschmaschinen .	298367	596869	581700	15169

[1]) Statistik des Deutschen Reichs, N.F. Bd. 112 und Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reichs (1897); Die deutsche Volkswirtschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts. Berlin 1900. Vgl. auch unsere Anlage 8.

Wie man aus der Zusammenstellung sieht, ist die Zunahme in der neuesten Zeit eine sehr beträchtliche und zwar nicht bloß bei den großen landwirtschaftlichen Gütern, sondern auch bei den mittleren Bauerngütern, von welchen je nach der Größenklasse 14—79% sich der bei der Statistik berücksichtigten Maschinen im Jahre der Betriebszählung bedienten[1]).

Schon aus dieser Thatsache ersieht man, daß die Sachlage bei der Landwirtschaft hinsichtlich der technischen Betriebskräfte eine andere ist, als bei der Industrie und dem Gewerbe. Die Arbeiten, die in der Landwirtschaft zu verrichten sind, sind im wesentlichen die gleichen im Großbetriebe wie im mittleren und Kleinbetriebe. Es gibt kein Kunstgewerbe des Dreschens, Pflügens und Säens und die Analyse der Interessen, die beim gewerblichen Kleinbetriebe gegenüber der technischen Betriebskraft notwendig war, entfällt bei der Landwirtschaft. Es handelt sich einfach um die Frage, ob der zu bearbeitende Komplex groß genug ist, daß sich die Anwendung von Maschinen, sei es im eigenen Besitze oder in Miete, rentiert, gegebenenfalls kommt auch genossenschaftliche Anschaffung in Betracht. Wir brauchen deshalb auch nicht, wie beim Gewerbe, die allgemeinen sozialpolitischen Probleme zu streifen und uns nicht auf Erörterung der bekannten agrarpolitischen Fragen hier, wo es sich nur um die Bedeutung der technischen Betriebskräfte handelt, einzulassen. Der einzige sozialpolitische Gesichtspunkt, der hier zu erwähnen ist, ist der, daß es dem Großbetriebe in der Landwirtschaft vielfach leichter fallen wird, die Maschinen anzuschaffen und daß er dadurch ein Übergewicht über den Kleinbetrieb betriebstechnisch erhält. Hier kann die mietweise Überlassung von Maschinen und die Bildung von landwirtschaftlichen Genossenschaften zum Zwecke des Ankaufs und gemeinsamen Gebrauches von Maschinen helfend eingreifen.

Im übrigen ist lediglich zu konstatieren, daß einerseits die Verwendung von Maschinen im landwirtschaftlichen Betriebe sich für sehr viele Arbeitseinheiten außerordentlich ökonomisch gestaltet und

---

[1]) Zum Vergleiche diene, daß in Österreich von den mehr als 2 Millionen landwirtschaftlichen Betrieben nur 138000, also noch nicht 7% eine mechanische oder tierische Betriebskraft verwenden und daher der Unfallversicherungspflicht unterliegen. Geschichte der österr. Land- und Forstwirtschaft und ihrer Industrie, 1848—1898 (Jubiläumswerk), Wien 1899.

andererseits, daß leider in der deutschen Landwirtschaft noch lange nicht überall, wo die Größe und Art des Betriebes die Verwendung solcher Maschinen gestatten würde, eine solche zu finden ist. In England und Amerika, wo der Durchschnitt der landwirtschaftlichen Grundstücke kleiner ist als bei uns in Deutschland, ist die Verwendung von landwirtschaftlichen Maschinen eine bedeutend größere und die Überlegenheit der amerikanischen Landwirtschaft wird ja zum großen Teile auf die ausgiebige Verwendung von Maschinen zurückgeführt. Die mehrfach angezogene Enquête des amerikanischen Arbeitsamtes hat in den Bereich ihrer Untersuchungen auch 27 „Waren-Einheiten" des Ackerbaues gezogen, wobei sich ergab, daß die Maschinenarbeit hier zwar nicht so bedeutende Vorteile an Arbeitszeit und Arbeitslohn wie in der Industrie erzielt, aber immerhin fast durchwegs und in vielen Relationen sogar sehr bedeutend der Handarbeit überlegen ist. Bei der Wareneinheit „Gerste" und „Weizen" verhält sich der Aufwand von Arbeitszeit bei Handarbeit und bei Maschinenbenützung ungefähr wie 20:1; der Aufwand für Arbeitslöhne wie 6:1. Geringer sind die Vorteile beim Rüben- und Kartoffelbau, während beim Tabakbau sogar die Handarbeit besser und billiger zu stehen kommt.

Wie bei den anderen Zweigen der Volkswirtschaft, so ist auch bei der Landwirtschaft die Bedeutung der technischen Betriebskräfte und der Arbeitsmaschinen zu unterscheiden. Für letztere ist in ökonomischer Beziehung der einmalige Kapitalsaufwand, dann die Verzinsung und Amortisation entscheidend und das betriebstechnische Übergewicht des Großbetriebs wird sich, wo es in die Erscheinung tritt, gerade auf die Verwendung einer größeren und mannigfaltigeren Anzahl von Arbeitsmaschinen stützen. An der Verwendung einer billigen Betriebskraft für die landwirtschaftliche Maschinenarbeit hat der mittlere und, soweit er in Betracht kommt, auch der kleine Betrieb der Landwirtschaft das gleiche Interesse wie der Großbetrieb; wie dieser, so wird auch jener mit positivem Interesse die Fortschritte auf dem Gebiete des Motorenwesens verfolgen, während die Mitteilung von immer neuen Erfindungen komplizierter Arbeitsmaschinen in den mittleren und kleineren Bauerngütern mit gemischten Gefühlen aufgenommen werden dürfte. Als technische Betriebskräfte nun stehen der Landwirtschaft die meisten der in dem ersten Abschnitt von uns behandelten Motoren zur Verfügung, doch ist die landwirtschaftliche

Benützung dieser Betriebskräfte bei uns in Deutschland noch mehr im Argen, als die Benützung der Maschinen überhaupt.

Wie die einfache Wasserkraft zugleich als Betriebskraft und zugleich zu Meliorationszwecken in landwirtschaftlichen Betrieben sehr ökonomisch werden kann, ergibt sich aus folgendem Beispiel. Auf dem Gute Vomano bei Rom besteht eine Wasserkraftanlage, welche eine Leitung schlammführenden Wassers zur Düngung benutzt und gleichzeitig das Wasser als Betriebskraft für die Bodenbearbeitung verwenden läßt. In einer österreichischen Zeitschrift[1]) finden wir unter dem Titel: „Die Landwirtschaft der Zukunft" über die römische Musteranlage folgende nähere Angaben. Die Anlage zur Ausnützung des Wassers besteht aus einem Zuleitungskanal, welcher ungefähr 3 cbm Wasser per Sekunde aus einem Bewässerungskanal, einem 13 m hohen, mit Eisenreifen verstärkten Holzschacht, zuführt. Durch denselben fällt das Wasser mit einer Wirkung von ungefähr 70 H.P. auf ein in dem Wasserschlosse befindliches mittelschlächtiges Wasserrad, von dem die Kraft nach Bedarf auf einen Seiltrommelwindewagen übertragen wird. Von dem Windewagen werden die Kulturgeräte in Bewegung gesetzt. Als Kulturgeräte stehen in Verwendung ein Kippflug, ein Grubber, eine Egge, eine Kroskillwalze und eine Schleife; 100 ha Fläche sind in elf rechtwinkelige Sektionen zu 9 ha, begrenzt durch Wege, eingeteilt; acht davon liegen eben, drei sind uneben. Für je zwei benachbarte Arbeitssektionen dienen fixe Vorgelege und Seilführungsrollen, welche mit dem transportablen Vorgelege und dem Seiltrommelwindewagen nach Bedarf zur Ausführung der Arbeit verbunden werden. Von dem sehr stark gebundenen Lehmboden werden in Vomano mit Verwendung der Wasserkraft in 8—10 Arbeitsstunden 2—8 ha auf 40 cm Tiefe gepflügt, und zwar mit einem Kostenaufwande von 14,50 Fcs. für die 10 Arbeiter und von 14 Fcs. für Materialien, Reparatur, 7% Zins und Amortisation, somit zusammen von 28,50 Fcs. Es stellen sich somit die Kosten für 1 Pferdewasserkraft in Vomano per Tag auf 0,40 Fcs., die eines Pferdes oder eines Paares Zugochsen auf 5 Fcs. und einer Dampfpferdekraft auf 2,70 Fcs. Gleichzeitig dient das Wasser als Düngemittel. Dieses auf einem von Natur aus unfruchtbaren und trockenen Gebiete in Anwendung gebrachte Kulturverfahren wird wohl auch sonst

[1]) Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1901, Nr. 44.

ausführbar sein, wo reichliches, schlammführendes Wasser und entsprechendes Klima vorhanden sind. Das ganze System besteht in der gleichzeitigen Ausnützung der motorischen und der befruchtenden Kraft des Wassers.

Eine so weitgehende Anwendung des einfachen Wasserrades — mittels Transmission der Wasserkraft auf die verschiedenen landwirtschaftlichen Geräte — dürfte allerdings zu den Ausnahmen gehören. Für gewöhnlich bietet das Wasserrad ohne elektrische Kraftübertragung einen stationären Motor dar, mit dem die Landwirtschaft für den Zweck eines weitgehenden maschinellen Betriebs bisher nicht viel anzufangen wußte. Das Gleiche gilt von dem Windmotor. Dazu kommt, daß Wasserkraft und bewegte Luft nicht überall und nicht zu jeder Zeit vorhanden sind.

Man ist deshalb schon seit längerer Zeit dazu übergegangen, die Dampfkraft als Motor für die landwirtschaftlichen Maschinen[1]) einzuführen. Mit der Dampflokomobile hatte man einen transportablen Motor, welcher auch an wechselnden Orten maschinelle Arbeit verrichten konnte. Die Betriebskraft des Dampfes hat aber doch nur einen geringen Grad von ökonomischer Vollkommenheit für die landwirtschaftliche Arbeit. Es kommt da vor allem der früher gekennzeichnete, nicht gerade billige Betrieb der Dampfmaschine überhaupt in Betracht, der hier um so mehr ins Gewicht fällt, als es sich zumeist nicht um Maschinen von sehr großen Kraftleistungen handelt. Besondere Nachteile bei der landwirtschaftlichen Arbeit hat die Dampfmaschine auch noch dadurch, daß die beständige Zufuhr von Wasser und Kohlen eine fortwährende Arbeitsleistung erfordert, die der sonstigen Arbeit entzogen wird. Ferner haben die Dampflokomobilen in der Regel ein so großes Gewicht, daß ihr Transport auf dem meist weichen Boden oder hügeligen Terrain der landwirtschaftlichen Arbeit oft bedeutende Schwierigkeiten bereitet. In welchem Maße und für

---

[1]) An neuester Litteratur über landwirtschaftliches Maschinenwesen ist zu vergleichen: Bensing, Der Einfluß der landwirtschaftlichen Maschinen auf Volks- und Privatwirtschaft. Breslau 1898. Mack, Der Aufschwung unseres Landwirtschaftsbetriebes durch Verbilligung der Produktionskosten. Eine Untersuchung über den Dienst, den Maschinentechnik und Elektrizität der Landwirtschaft bieten. Königsberg 1900. Siemens & Halske, Die Elektrizität in der Landwirtschaft. Berlin 1901. Fischer, Die soziale Bedeutung der Maschine in der Landwirtschaft, Leipzig 1902.

welche Arbeiten die Betriebskraft des Dampfes in der Landwirtschaft bei uns Bedeutung gewonnen hat, ergibt sich ohne weitere Erörterungen aus der oben und in der Tabelle am Schlusse mitgeteilten Statistik über die Verwendung von landwirtschaftlichen Maschinen im Deutschen Reiche.

Wir wollen deshalb hier nur noch die Bedeutung der anderen Betriebskräfte für die Landwirtschaft ins Auge fassen. Wenn noch bei der Gewerbezählung von 1895 in Deutschland fast durchweg die Betriebskraft des Dampfes für die bei uns eingeführten landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen in Betracht kam, so liegt das darin, daß bis in die neueste Zeit keine andere Betriebskraft außer der Dampfkraft für die landwirtschaftlichen Maschinen besonders geeignet war. Die Motoren der städtischen Gascentralen kommen von vornherein nicht in Betracht, ebensowenig die Druckluft- oder Druckwassercentralen. Der Benzinmotor bot auch keine wesentlichen Vorteile gegenüber der Dampfmaschine und nebenher noch manchen Nachteil. Erst der neue Petroleummotor der Dieselschen Erfindung kommt für landwirtschaftliche Maschinenarbeit in Betracht und würde, wenn nur das Brennmaterial desselben bei uns nicht zu teuer wäre, sicher schon größere Verbreitung gefunden haben. Von Bedeutung für die Landwirtschaft werden vielleicht auch die Wasser-Druckluftanlagen mit Saugluft unter der Mitwirkung der natürlichen Wasserkraft. Zu erwägen wäre auch die Verwendung des freien Gasmotors, des Dowsongas- oder Sauggasmotors. Derselbe erfordert zum mindesten eine geringere Bedienung als die Dampfmaschinen, hat einen wesentlich geringeren Kohlenverbrauch und kommt dementsprechend billiger. Letzteres läßt sich leider vom Spiritusmotor noch nicht sagen, wenn auch sonst der Spiritusmotor sich für die landwirtschaftlichen Maschinen wohl eignet und nach entsprechender technischer Vervollkommnung wohl auch noch eine Zukunft hat. Die Motorenfabrik Oberursel hat probeweise bereits Spirituspflüge und andere mit Spiritusmotoren versehene landwirtschaftliche Arbeitsmaschinen gebaut und im Betrieb vorgeführt.

Die größten Hoffnungen werden aber wohl zur Zeit auf die elektrische Kraftübertragung auch für das landwirtschaftliche Maschinenwesen gehegt. Durch die leichte Übertragbarkeit der elektrischen Energie, mit welcher man Handwerkszeuge überall in Betrieb setzen kann, und durch die gleichzeitige Verwendung als Motor, für Beleuchtung, Heizung und Verkehrszwecke erscheint die elektrische Kraftübertragung allerdings sehr geeignet, der Landwirtschaft des

platten Landes in einem Zuge eine ganze Reihe von Vorteilen der städtischen Kultur zu gewähren. Das bisherige Thätigkeitsfeld der Dampfmaschinen für landwirtschaftliche Arbeit wird dementsprechend auch ganz erheblich erweitert bei elektrischer Kraftübertragung[1]). Die elektrische Energie läßt sich eben durch Drahtleitungen leicht überall hin verteilen. Mit Hilfe eines fahrbaren Transformators (siehe Abschnitt I Kapitel 3) leitet man den Strom vorwärts und dann durch ein Kabel, welches die Handlichkeit und Beweglichkeit eines einfachen Gartenschlauches hat, zur Arbeitsstelle. Ist hier die Arbeit erledigt, z. B. ein Acker gepflügt oder eine Miete ausgedroschen, so wird das Kabel abgeschaltet, zu dem Transformator gelegt und an eine andere Arbeitsstelle hingefahren. Beim Dreschen braucht man nicht zu fürchten, daß die eintretende Dunkelheit des Abends die Arbeit abschneidet. Man hängt einfach eine Glüh- oder Bogenlampe an die Drahtleitung und erhält sofort die nötige Beleuchtung.

Alle diese Vorteile müssen natürlich ökonomisch begründet sein, d. h. sie dürfen nicht mehr kosten, als sie wert sind. Die Kosten nun werden bedingt durch die Verzinsung und Amortisation der Kraftübertragungsanlage, d. h. der Leitungen und Motoren und durch die gleichen Kosten für die Krafterzeugungsanlage und deren Betriebskosten. Dafür ist von Wichtigkeit, ob eine Wasserkraft bereits ausgebaut vorhanden ist oder erst gewonnen werden muß, ob eine Dampfmaschine bereits für industrielle Betriebe, wie für Brennereien und Ziegeleien, zur Verfügung steht, und wenigstens als Dampfreserve neben der Wasserkraft in Betracht kommt. Auch der elektrische Betrieb mittels eines Petroleummotors oder eines freien Gasmotors kann in Erwägung gezogen werden. Als Durchschnittswert rechnet man für die Pferdekraft, welche der Elektromotor am Arbeitsort abgibt, 10—15 Pfg. Man darf nicht außer acht lassen, daß die Elektrizitätswerke in den Städten, welche nicht bloß für die Tagesarbeit, sondern auch für die nächtliche Beleuchtung Strom absetzen, ökonomisch wesentlich besser situiert sind.

Außer für solche landwirtschaftliche Arbeiten, welche, wie Eggen, Mähen, Drillen, bei verhältnismäßig geringem Kraftbedarf einen fortwährenden Ortswechsel der Arbeitskraft erfordern, lassen sich fast

[1]) Wir schöpfen im folgenden aus der kleinen praktischen Schrift von Siemens & Halske, welche auch Abbildungen über die einzelnen landwirtschaftlichen Maschinen und näheres über die technischen Einrichtungen derselben enthält.

alle wichtigeren landwirtschaftlichen Arbeiten im elektrischen Betrieb ausführen. Bei der Bodenbearbeitung und dem Fruchtbau kommt da vor allem das Pflügen in Betracht. Nach der ökonomischen Seite ist aber bemerkenswert, daß der elektrische Pflug eine nicht unbeträchtliche Kapitalanlage erfordert. Es beläuft sich nämlich der Preis für einen vollständigen Pflügesatz, bestehend aus zwei Pflügewagen und dem Kippflug, auf 35000—55000 Mk. Die Anschaffung dieser Motoren und Maschinen wird also, abgesehen von den Größenverhältnissen des Betriebes, besonders da in Betracht kommen, wo es sich um schweren fruchtbaren Ackerboden handelt, welcher bei intensiver Bewirtschaftung einen hohen Ertrag leistet. Wenn eine billige Wasserkraft zur Verfügung steht[1]), so kann die elektrische Pferdekraftstunde in der Kraftstation schon zum Preise von 3—4 Pfg. erzeugt werden[2]). Ist aber für die Dynamo eine Dampfmaschine notwendig, so erscheint auch nach der Darstellung von Siemens & Halske das Pflügen mittels elektrischer Kraftübertragung nur dann ökonomisch, wenn mehrere landwirtschaftliche Güter genossenschaftlich eine große Centrale mit ökonomisch arbeitenden großen Dampfmaschinen einrichten. Günstig liegt auch die Sache für die Primärstation, wenn eine elektrische Bahn oder sonst eine Leitung einer Centrale an dem Ackerland vorüberführt, welches dann nur an den Strom angeschlossen wird. Auch die klimatischen Verhältnisse sind von Wichtigkeit, weil für eine längere Aufteilung der Pflügearbeit, wie sie im Süden möglich ist, auch eine kleine Kraftstation genügt. Der wirtschaftliche Effekt des elektrischen Pfluges stellt sich in ähnlicher Weise wie beim Dampfpflug, gegenüber dem tierischen Betrieb darin dar, daß bei dem letzteren Furchentiefen von 20—25 cm, beim ersteren solche von 30—40 cm erzielt werden. Eine solche Bodenbearbeitung ist aber naturgemäß nur bei schwerem Boden möglich, der aber hierdurch erst recht erschlossen wird. In erster Linie steht da der Plantagenbau großen Stils, bei welchem zugleich auch elektrische Feldbahnen in Betracht kommen, welche nicht bloß die Arbeitsmaschinen an Ort und Stelle leiten, sondern auch die geernteten Feldfrüchte befördern. So bedeutende Kapitalanlagen für den landwirtschaft-

[1]) Solche Wasserkraftstationen mit elektrischer Kraftübertragung sind z. B. auf den Domänen Sillium im Bezirk Hildesheim und Rodenberg im Bezirk Kassel eingerichtet worden.

[2]) An Kosten für das Dampfpflügen werden 6—10 Mk. pro Morgen berechnet.

lichen Betrieb können aber für unsere mittleren deutschen landwirtschaftlichen Verhältnisse nicht in Betracht kommen. Auch für das Dreschen kommt neben der Dampflokomobile der fahrbare Elektromotor in Vorschlag. Das Verhältnis der ökonomischen Leistung wird dabei so bezeichnet, daß die Pferdekraftstunde einer 10pferdigen Dampflokomobile etwa 15—20 Pfg. kostet, während die Praxis für den Elektromotor unter gleichen Verhältnissen einen Satz von 8—15 Pfg. ergeben habe.

In ökonomischer Beziehung ist es auch von Wichtigkeit, daß die elektrische Kraftstation durch viele Nebenarbeiten des landwirtschaftlichen Betriebs entsprechend ausgenutzt werden kann. Es kommt da in Betracht die Kraftlieferung für Entwässerungs- und Bewässerungspumpen und für die verschiedenen Arten von haus- und hofwirtschaftlichen Maschinen, wie Centrifugen, Buttermaschinen, Häckselmaschinen u. s. w. Selbst die Schafschur kann elektrisch betrieben werden. Dazu kommt die elektrische Beleuchtung aller Betriebsgebäude und gegebenenfalls des Herrenhauses, ein Vorteil, der bei der Verwendung von Dampfmaschinen in der Landwirtschaft vollständig wegfällt. Der Nachteil, der nebenher in Betracht kommt, daß bei elektrischem Betriebe der Dung der Zugtiere entbehrt werden muß, betrifft in gleicher Weise auch die Dampfmaschine. Man macht dagegen geltend, daß auch bei weitgehendstem maschinellen Betrieb das Zugvieh nicht ganz entbehrt werden kann, und daß solche Betriebe, welche in so weitgehendem Maße Maschinen anwenden, in der Regel neben dem Zugvieh auch Zuchttiere halten.

Wenn wir das Gebiet zu umgrenzen suchen, auf welchem die elektrische Kraftübertragung in der Landwirtschaft eine Zukunft hat und demgemäß auch der bisher in Deutschland fast ausschließlich zur Verwendung kommenden Dampfkraft Abbruch zu thun geeignet ist, so ergibt sich nach den Ausführungen von Siemens & Halske folgendes: „Ganz allgemein ist die Einführung der elektrischen Beleuchtung und im Anschluß hieran die Anwendung der elektrischen Kraftübertragung für den Betrieb der Hofmaschinen mit einem Kraftbedarf von 2—5 P.S. Vielfach erfolgt außerdem der Betrieb der Dreschmaschinen, welche 12—20 P.S. erfordern, durch Elektrizität. Endlich darf wohl für den elektrischen Pflug, welcher bereits in einigen Betrieben benützt wird, bei günstigen örtlichen Verhältnissen eine Verbreitung erhofft werden."

Nachdem wir im vorstehenden die Interessen der Landwirtschaft an der technischen Betriebskraft unter Berücksichtigung der neuesten technischen Fortschritte und damit der zukünftigen Entwickelung dargelegt haben, dürfen wir ein wesentliches Interesse nicht übergehen, das allerdings im Gegensatz zu unserer sonstigen Darstellung nicht auf dem Gebiete der Maschinenarbeit, sondern auf dem der landwirtschaftlichen Produktion gelegen ist; wir meinen die Verwendung des Spiritus zur Kraft-, Licht- und Wärmeerzeugung. Wir haben schon an anderer Stelle [1]) dargelegt, für wie vorteilhaft wir es halten würden, wenn wir durch die technische Möglichkeit, den bei uns im Lande selbst erzeugten Alkohol in weitgehendem Maße zu motorischen und Beleuchtungszwecken zu benutzen, von dem Petroleumimport und insbesondere von dem amerikanischen Petroleumtrust unabhängiger würden. Von einem vollständigen Ersatz des Petroleums durch den Spiritus kann aber nicht die Rede sein. Aus einem Aufsatze über diese Frage von Behrendt [2]) entnehmen wir, daß selbst dann, wenn ein gewisses Volumen Petroleum gleich demselben Volumen Spiritus in Bezug auf kalorischen Effekt gesetzt werden könne, die Produktion von Spiritus zum Ersatz des Petroleums eine enorme werden müßte. Um die 945 000 t = 11 811 300 hl Petroleum, welche wir zur Zeit in Deutschland verbrauchen, durch Spiritus zu ersetzen, müßten also rund 12 000 000 hl Spiritus erzeugt werden, also inclusive der zur Zeit produzierten 4 Millionen im ganzen 16 Millionen Hektoliter. Wenn man auf 1000 kg Kartoffeln 1 hl Spiritus rechne, so würde das einen Mehraufwand von Kartoffeln von 12 Millionen Tonnen bedeuten. Bei einem Durchschnittsertrag von 60 Zentnern oder 3 Tonnen pro Morgen müßte die Anbaufläche von Kartoffeln um 4 Millionen Morgen oder 1 Million Hektar vergrößert werden. Damit sei aber erwiesen, daß der vollständige Ersatz des Petroleums durch Spiritus einfach unmöglich sei. Wenn man dies auch zugibt, so bleibt doch diskutierbar die Frage der weitergehenden Verwendung des Spiritus und teilweisen Zurückdrängung des Petroleums namentlich auch für Motorzwecke, für welche auch ein geringwertigerer Spiritus in Betracht kommen kann. Auf alle Fälle ist dieses Ziel im Auge zu behalten, da sich

[1]) Der Wettbewerb des russischen und amerikanischen Petroleums. Berlin 1901.

[2]) Zeitschrift für Spiritusindustrie. 1900. Seite 431 ff.

hier ein Mittel darbietet, unserer Landwirtschaft einen Ersatz für den vielfach sich nicht mehr lohnenden Getreidebau zu bieten. Man ist auch auf einem anderen Gebiete der Landwirtschaft auf dieses Hilfsmittel gekommen und zwar in Amerika bei den Zuckerpflanzern, auf deren Produkte gerade auch die deutsche Landwirtschaft mit ihrer Rübenzuckerindustrie einen ähnlichen Preisdruck ausgeübt hat, wie der amerikanische Getreidebau auf den Getreidebau der deutschen Landwirtschaft.

So wirkt also die hochentwickelte Zuckerindustrie der deutschen Landwirtschaft auf das ferne Amerika ebenso, wie der hochentwickelte, mit technischen Maschinen ausgerüstete amerikanische Getreidebau auf die deutsche getreidebauende Landwirtschaft. Da heißt es, sich vor allem möglichst aus eigener Kraft den Verhältnissen anpassen! In dieser Erkenntnis aber hat die deutsche Landwirtschaft an den technischen Betriebskräften kein gegnerisches Interesse, wohl aber hat sie noch manches nachzuholen, um mit ihren Konkurrenten in Amerika auf gleiche Stufe zu kommen.

7. Kapitel.

Zusammenfassung.

Der Zweck dieses Abschnittes war eine weitere Grundlage für eine nationalökonomische Lehre von den technischen Betriebskräften und für die Wirtschaftspolitik derselben zu schaffen. Haben wir im ersten Abschnitt gesehen, was die technischen Betriebskräfte, die uns gegenwärtig zur Verfügung stehen, ökonomisch zu leisten vermögen, so hat uns dieser Teil gezeigt, inwieweit der technisch-ökonomische Fortschritt im praktischen Leben bereits zur Geltung kommt, bezw. wie weit wir noch hinter demselben zurück sind. Das ist wichtig, namentlich auch für die Wirtschaftspolitik. Wir haben aber auch gesehen, welche Interessen die einzelnen wirtschaftlichen Stände an der technischen Betriebskraft überhaupt haben und welchen deshalb eine Förderung der Motorentechnik zu Gute kommt. Das ist gleichfalls wichtig für die Wirtschaftspolitik. Wir sahen ferner,, daß die verschiedenen Betriebskräfte für die einzelnen wirtschaftlichen Klassen eine verschiedene Bedeutung haben und daß einzelne derselben, die elektrische Übertragung der Wasserkraft, sowie die freien Motoren, Petroleummotor und Spiritusmotor, besonders wichtige Aufgaben in der Gegenwart und in der nächsten Zukunft zu erfüllen haben, daß

auf ihnen der Schwerpunkt des Fortschrittes ruht, während wir — in Deutschland wenigstens — mit anderen Betriebskräften, wie mit der Dampfkraft hinreichend versehen sind.

Es ist auch hervorzuheben, daß eine billige Betriebskraft, wie die hydroelektrische Kraft, für bestimmte Industrien geradezu eine genetische Bedeutung hat. Es ist dies ähnlich wie die moderne Großschiffahrt gewisse Massengüter, welche die Eisenbahn nicht in den Verkehr gebracht hatte, überhaupt erst verkehrsfähig macht. Bei Vergleichen mit anderen Ländern ist daran zu erinnern, daß es sich um relative Bedürfnisse handelt. Wie in der Landwirtschaft für das eine Land ein extensiver und für das andere Land ein intensiver Betrieb in Betracht kommen kann, wie auch bei den Verkehrsmitteln die Intensität sich nach den wirtschaftlichen Bedürfnissen richten muß, so ist es auch mit den technischen Betriebskräften. Dazu kommen besondere Verhältnisse in einzelnen Ländern. Wo die Kohle fehlt, wie in Bayern z. B., hat natürlich die Verwertung der Wasserkraft eine ganz besondere Wichtigkeit, und in Ländern mit überreicher Petroleumproduktion, wie Rußland, wird das Petroleum für motorische Zwecke außerordentlich viel mehr verwendet als bei uns. Auch der größere oder geringere Reichtum an Kapital dürfte von Wichtigkeit sein, denn je mehr in einem Lande reichlich Kapital zur Verfügung steht, um so weniger wird man große Anlagekosten für Maschinen u. s. w. sparen, wenn man dadurch dauernd niedrigere Betriebs kosten erzielt.

Aber auch wenn man die Verschiedenheit in den Verhältnissen einzelner Länder in Rechnung setzt, wird man doch die Lücken nicht gering veranschlagen dürfen, welche sich namentlich gegenüber Wettbewerbsländern in dem vollkommenen Zustande der technischen Betriebskräfte noch ergeben. Wir haben uns zwar in unserer Darstellung bisher auf die deutschen Verhältnisse beschränkt, werden aber in dem folgenden wirtschaftspolitischen Abschnitte, für welchen die Konkurrenzfähigkeit mit den Wettbewerbsländern einer der wichtigsten Gesichtspunkte ist, noch Gelegenheit haben, auch die Verhältnisse im Auslande zum Vergleiche heranzuziehen. Für Deutschland, einem technisch und industriell so hoch entwickelten Lande, das auf dem Weltmarkte in so exponierter Stellung steht, ergibt sich die Notwendigkeit, solche Lücken thunlichst vollständig und möglichst bald auszufüllen. „Ein Land," sagt Lexis[1]), „das die Produktivität

[1]) Lexis a. a. O.

seiner Arbeit auf einer niedrigeren Stufe erhält, wird von England und namentlich von Amerika immer weiter in der wirtschaftlichen Kulturentwickelung überholt werden und allmählich in eine Art von Chinesentum versinken."

Bei der Beratung der Wasserstraßenvorlage in Österreich hat der Referent hervorgehoben, daß Wasserstraßen, die starke Steigungen zu überwinden haben, neben Nachteilen auch den Vorzug hätten, bedeutende motorische Kräfte abgeben zu können. Dies komme besonders für Nordamerika in Betracht und es sei dies ein weiterer ernster Grund, aufmerksam diese Entwickelung zu verfolgen, denn wenn zu allen den Momenten der siegenden Konkurrenz, welche andere Länder gegen uns, unsere Industrie und Landwirtschaft besitzen, auch noch außer den Kanälen die Benützung von Tausenden von Wasserkräften hinzukämen, so wäre unsere wirtschaftliche Niederlage besiegelt. Es erscheint uns höchst bedenklich, wenn die durch die neuere wirtschaftliche Entwickelung wirklich oder vermeintlich geschädigten Stände in ihrer Opposition gegen diese Entwickelung so weit gehen, daß sie deren technische Grundlagen angreifen[1]). Wenn z. B. die agrarischen Parteien in Preußen das Projekt des Mittellandkanales hintertreiben, so ist das in der Sache genau dasselbe, wie die Vernichtung neuer Erfindungen durch aufständische Handwerker in früherer Zeit. Jede Unterbindung des technischen Fortschrittes ist bei unseren gegenwärtigen deutschen Verhältnissen deshalb so bedenklich, weil wir bereits auf einer hohen Stufe moderner industrieller Technik stehen, welche eine gewaltige Expansivkraft in sich birgt. In Wechselwirkung damit steht die Bevölkerungszunahme und jede Stockung in dieser Wechselwirkung führt zu Krisen und zur Auswanderung von produktiven Kräften. Speziell bei den technischen Betriebskräften ist die Unterbindung des Fortschrittes auch ein antisozialer Akt. Wir haben in dem einleitenden Kapitel dieses Abschnittes bereits gesagt, daß der technische Fortschritt in den Dienst der unteren Klassen gestellt werden soll. Freilich zeigt das Beispiel des gewerblichen Kleinbetriebs, daß diese Tendenz in den Forderungen der Ökonomik ihre Grenzen finden muß, wenn anders man nicht Formen ohne Inhalt konservieren will. Auch in diesen Grenzen bieten sich Wirkungen des Fortschrittes der technischen Betriebskräfte

[1]) Vergleiche dazu unsere Ausführungen in der Schrift „Auswärtige Handelspolitik und innere Verkehrspolitik". Berlin 1898.

dar, welche unter den z. Z. gegebenen Verhältnissen als sozialpolitisch günstig zu begrüßen sind. Abgesehen von dem Gedeihen der Industrie und der Arbeitsgelegenheit der Lohnarbeiter, welche, wie wir gesehen haben, mit der Entwickelung der technischen Betriebskräfte wächst, abgesehen ferner von den Interessen des Handwerks, welches, soweit es überhaupt existenzfähig ist, durch die Betriebskraft nur eine Kräftigung erfahren kann und den ähnlichen Verhältnissen der Landwirtschaft kommt ein allgemeiner Gesichtspunkt in Betracht, nämlich, daß der Fortschritt der technischen Betriebskräfte, wie wir gesehen haben, nach der Richtung geht, die unmittelbare Naturkraft wieder nutzbar zu machen und die Technik der Betriebskraft wesentlich zu vereinfachen und zu verbilligen. Je mehr dies aber gelingt, um so mehr dienen wir einem Ausgleich der sozialen Gegensätze, denn gerade die verhältnismäßig teuere Technik, in der wir zur Zeit noch leben, bedingt unzweifelhaft einen größeren Gegensatz von Kapital und Armut, als eine allgemein billige Technik.

Diese große Bedeutung der technischen Betriebskraft in wirtschaftlicher und sozialer Beziehung führt uns nun zu den Aufgaben des Staates und der übrigen öffentlichen Organe in Bezug auf diese Grundlage der Produktion. Wir werden auch da wieder von unserem Stoff die weitgehenden theoretischen Gesichtspunkte und Tendenzen fern zu halten suchen und an die Lösung der Fragen mit praktischen Gesichtspunkten herantreten. Es läßt sich leicht die Forderung aufstellen, die technischen Betriebskräfte sämtlich zu verstaatlichen, schwerer schon sie begründen und unter den gegebenen Verhältnissen unmöglich sie ausführen. Wir werden uns mit näher liegenden Aufgaben beschäftigen. Wohl aber werden wir ein wichtiges Ergebnis aus den technisch-ökonomischen und sozial-statistischen Untersuchungen, nämlich die Bedeutung der Wasserkraftverwertung für die Gegenwart und Zukunft unserer industriellen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Produktion auch in unserer wirtschaftspolitischen Darstellung festhalten und wenn sich dann zeigt, daß gerade bei dieser technischen Betriebskraft der Staat noch in weitgehendem Maße sowohl im Hinblick auf die historisch überkommenen Verhältnisse, wie auf die praktischen Bedingungen als Eigentümer, Unternehmer oder wenigstens Lehnherr dieser technischen Betriebskraft in Thätigkeit treten kann, so wird sich daraus eine wichtige Aufgabe unserer Wirtschaftspolitik ergeben.

Anlage 1.

Wärmepreis und Wärmedichte verschiedener Brennstoffe.

Lfd. Nr.	Brennstoffe	1 kg enthält			1 kg kostet		Wärmepreis für einen ℳ sind erhältlich				1000 Wärmeeinheiten kosten				Räumliche Wärmedichte	
			Wärmeeinheiten				unverzollt		verzollt		unverzollt		verzollt			
		Liter	Anzahl	%	unverzollt ℳ	verzollt ℳ	Wärmeeinheit	%	Wärmeeinheit	%	ℳ	%	ℳ	%	1 l enthält Wärmeeinheit	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	A. Geschichtete Körper															
1	Fichtenholz, lufttrocken	3,13	2800	28 0	2,34	—	1196	125,6	—	—	0,84	80,0	—	--	895	11,2
2	Holzkohle	5,5	7750	77,5	6,00	—	1292	135,7	—	—	0,77	73,3	—	—	1409	17,6
3	Koks	2,42	7430	74.3	3,70	—	2008	210,9	—	—	0,50	47,6	—	—	3070	38,4
4	Steinkohle	1,25	7500	75,0	3,00	—	2500	262,6	—	—	0,40	38,2	—	—	6000	75,0
5	Torf, lufttrocken . . .	2,5	3500	35,0	2,60	—	1365	143,4	—	—	0,74	70,5	—	—	1400	17,5
	B. Gasförmige und tropfbar flüssige Körper															
6	Leuchtgas für Motoren	2000,0	12000	120,0	32,0	—	375	39,4	—	—	2,67	254,3	—	—	6	0,08
7	Spiritus 90 %ig . .	1,25	6336	63,4	35,00	—	181	19,0	—	—	5,52	525,7	—	—	5069	63,4
8	Benzin	1,43	10000	100,0	30,50 bis 36,50	38,00 bis 44,00	328 bis 274	34,5 bis 28,8	264 bis 227	27,7 bis 23,8	3,05 bis 3,65	290,5 bis 347,6	3,80 bis 4,40	361,9 bis 419,0	6993	87,4
9	Leuchtpetroleum . . .	1,25	10000	100,0	17,63	25,13	567	59,6	398	41,8	1,76	167,9	2,51	239,6	8000	100,0
10	Treiböl	1,25	10000	100,0	10,50	20,50	952	1000,	488	51,3	1,05	100,0	2,05	195,2	8000	100,0

Uebersicht der Preise für eine Pferdekraft des Wehrs zu Rinteln.

Nr.	Art der Kraftausnutzung	Für eine Pferdestärke betragen die Kosten: bei der Anlage ℳ	Für eine Pferdestärke betragen die Kosten: jährlich ℳ	Abzugebende Kraftmenge und Dauer der Arbeitszeit
I	a) Nur Wasserkraft ohne Dampfreserve	441	48,0	950 H.P. Tag u. Nacht während jährlich 285 Tagen, viermalige Wehrniederlegung
	b) Desgl. mit Seilbetrieb nach dem Ufer	508	57,2	903 H.P. desgl.
II	Wasserkraft mit voller Dampfreserve und Seilbetrieb nach dem Ufer	850	149,0	965 H.P. Tag und Nacht während 365 Tagen jährlich, ohne Unterbrechung
III	Nur Dampfkraft	400	231,3	1000 H.P. desgl.
IV	a) Wasserkraft ohne Dampfreserve (beschränkter Betrieb)	519	51,6	Erweiterungsfähig auf 1000 H.P., 500 H.P. f. 10 Std. an 238 Tagen jährlich, viermal. Wehrniederlegung
	b) Desgl. mit Seilbetrieb nach dem Ufer	590	60,7	475 H.P. desgl.
V	Wasserkraft mit voller Dampfreserve (beschränkter Betrieb) und mit Seilbetrieb nach dem Ufer . .	967	126,2	Erweiterungsf. auf 1000 H.P., 475 HP. f. 10 Std. an 300 T. jährl., ohne Unterbrech. des Tagesbetriebes
VI	Nur Dampfkraft (beschränkter Betrieb)	400	179,7	500 H.P. für 10 Std. an 300 Tagen jährlich desgl.
VII	Wasserkraft mit voller Dampfreserve und mit elektr. Fernleitung auf 20 km im Umkreis	1965	245	750 H.P. Tag u. Nacht während 365 Tagen jährlich, ohne Unterbrechung
VIII	Mehrere kleinere Dampfanlagen an den Hauptverbrauchsorten mit elektr. Energieabgabe, aber ohne Fernleitung	—	272,9	940 H.P. Tag u. Nacht während 365 Tagen jährlich, ohne Unterbrechung
IX	Wenn 1000 Wattstunden = 5 ₰ kosten, ist eine Pferdekraft $= \frac{0{,}05 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 736}{1000} =$	—	322,4	Sehr geringer Preis, für 24stündige Arbeitszeit
X	Wenn 1000 Wattstunden = 0,10 ℳ, so ist 1 H.P. =	—	644,7	Preis d. Elektrizitätsw. Oberspree f. Betriebskr., desgl.
XI	Wenn 1000 Wattstunden = 0,60 ℳ, so ist 1 H.P. =	—	3868,2	Preis für Beleuchtung in Berlin, desgl.
XII	Die Kraft eines lebenden Pferdes kostet	—	7227,0	Bei 24stündiger Arbeitszeit

Anlage 2. **Anschaffungs- und Betriebskosten für sta**

Pferdestärken	Leuchtgasmotor		Kraftgasmoto	
	15	100	15	1
Gesamtanschaffungskosten mit allem Zubehör, Fundament und Maschinenhaus	ca. ℳ 7000	ca. ℳ 25 000	ca. ℳ 11 500	ca. 3
Jahreskosten (Betriebsdauer 300 Tage à 10 Std.):	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca.
Verzinsung, Abschreibung und Reparaturen durchschnittlich 12 % von der Anschaffungssumme	840	3000	1380	
Bedienung, Schmier- und Putzmaterial . .	350	1500	1400	
	1190	4500	2780	
Brennstoffkosten, nahe am Kohlengebiet (Leuchtgas 10 ₰ per cbm; Anthracit ℳ 2,50, Kesselkohle ℳ 2.—, Benzin ℳ 28.—, zollfrei, Rohpetroleum ℳ 15.—, verzollt per 100 kg)	p. P.S.-Stde. 0.5 cbm Gas	p. P.S.-Stde. 0,4 cbm Gas	p. P.S.-Stde. mit Anheizen 0,72 kg Anthracit	p. P.S. mit An 0,55 l Anthra
	2250	12000	810	
Gesamtjahreskosten ca. ℳ	3440	16 500	3590	1
Kosten per eff. Pferdekraft u. Stunde ca. ₰	7,64	5,5	7,98	
	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca.
Verzinsung, Abschreibung und Reparatureren, Bedienung, Schmier- und Putzmaterial } wie oben	1190	4500	2780	
Brennstoffkosten in Süddeutschland (Leuchtgas 16 ₰ per cbm, Anthracit ℳ 3.—, Kesselkohle ℳ 2.70, Benzin ℳ 28.—, zollfrei, Rohpetroleum ℳ 15.—, verzollt per 100 kg)	3600	19 200	972	
Gesamtjahreskosten ca. ℳ	4790	23 700	3752	1
Kosten per eff. Pferdekraft u. Stunde ca. ₰	10,64	7,9	8,34	

Die vorstehenden Angaben sind in der Hauptsache entnommen aus den Werken kraftmaschinen 1900. Die Brennstoffkosten sind berechnet für normale Belastung der bei den übrigen Betriebsarten erheblich höher. Zollfreiheit für leichte Mineralöle wird

Kraft von 15 und 100 eff. Pferdestärken.

Dampfmaschine eincylindrig		Benzinexplosionsmotor		Petroleummotor (Diesel-Motor)		Elektr. Energie aus der Centrale (Berlin)	
Auspuff 15	mit Kondensation 100	15	100	15	100	15	100
ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ
12 000	42 000	7000	—	9500	30000	2100	8800
ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ
1440	5040	840	—	1140	3600	252	1056
900	2500	350	—	350	1500	48	144
2340	7540	1190		1490	5100	300	1200
.S.-Stde. Anheizen g rkohle	p. P.S.-Stde. mit Anheizen 1,5 kg Ruhrkohle	p. P.S.-Stde. 0,35 kg Benzin		p. P.S.-Stde. 0,25 kg Rohöl	p. P.S.-Stde. 0,20 kg Rohöl	p. Kilowatt-Stunde 16 ₰	p. Kilowatt-Stunde 16 ₰
2700	9000	4410	—	1687	9000	5900	39344
5040	16 540	5600		3177	14 100	6200	40 544
11,2	5,51	1244		7,06	4,7	13,8	13,51
				bei zollfreiem Rohöl 5,19	3,2		
a. ℳ	ca. ℳ	ca. ℳ		ca. ℳ	ca. ℳ	1 Kilowatt = 1,22 eff. P.S.	
2340	7540	1190		1590	5100		
3645	12150	4410		1687	9000		
5985	19 690	5600		3277	14 100		
13,3	6,56	12,44		7,28	4,7		
				bei zollfreiem Rohöl 5,41	3,2		

erle, Kosten der Krafterzeugung, 1898, und Körting, Der Nutzen der Verbrennungs-. Bei halber Belastung sind diese Kosten per P.S.-Stunde beim Diesel-Motor etwas, fährt, wenn die erzeugte Kraft ganz oder teilweise für elektrische Beleuchtung dient.

Anlage 4. **Die gewerbliche Betriebe der einzelnen Bundesstaaten, ihr Personal und ihre motorische Kraft im Jahre 1895.**

Staaten und Landesteile	Ortsanwesende Bevölkerung am 14. Juni 1895	Betriebe insgesamt	Darunter Hauptbetriebe	Personen innerhalb der Betriebsstätten der Hauptbetriebe beschäftigt	Motoren- (Haupt- und Neben-) Betriebe	Deren Pferdestärken	Auf 100 Einwohner kommen gewerbthätige Personen	Auf die einzelnen Staaten und Landesteile entfallen von 100				
								Betrieben	Hauptbetrieben	Personen	Motorenbetrieben	Pferdestärken
Königreich Preußen	31 490 315	1 990 250	1 743 336	5 876 083	94 630	2 174 221	18,7	54,4	55,4	57,2	57,6	63,6
Bayern r. d. Rheins	5 022 934	392 913	320 586	857 795	19 877	266 547	17,1	10,7	10,2	8,4	12,1	7,8
„ l. „ „ .	756 242	58 051	48 974	145 789	1 948	49 110	19,3	1,6	1,6	1,4	1,2	1,4
Königreich Bayern .	5 779 176	450 964	369 560	1 003 584	21 825	315 657	17,4	12,3	11,8	9,8	13,3	9,2
Sachsen	3 753 262	369 203	325 631	1 150 853	14 534	340 602	30,7	10,1	10,4	11,2	8,8	10,0
Württemberg	2 070 662	176 191	139 863	392 532	6 671	103 619	19,0	4,8	4,4	3,8	4,1	3,0
Baden	1 719 238	130 946	105 387	361 256	5 708	93 852	21,0	3,6	3,4	3,5	3,5	2,8
Elsaß-Lothringen . .	1 623 079	115 666	94 055	315 979	2 997	122 316	19,5	3,2	3,0	3,1	1,8	3,6
Deutsches Reich . . .	51 770 284	3 658 077	3 144 977	10 269 269	164 290	3 421 194	19,8	100	100	100	100	100

Anlage 5. Die Motorenbenützung in den Deutschen Bundesstaaten im Jahre 1895.

Staaten und Landesteile	Gesamtzahl der Motorenbetriebe		Betriebe, welche elementare Kraft zur Bewegung von Umtriebs- oder Kraftmaschinen benutzen, und zwar																Betriebe mit	
			Wind	Wasser		Dampf		Gas		Petroleum		Benzin, Äther		Heißluft		Druckluft		Elektrizität		
	Haupt- und Nebenbetriebe	Pferdestärken	Betriebe	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Pferdestärken	Betriebe	Dampfkesseln ohne Kraftübertragung, Dampfässern	Dampfschiffen, Segelschiffen
Königreich Preußen .	94630	2174221	16375	19572	219550	35213	1911022	8144	30165	1044	3858	371	1188	265	585	243	7853	1160	4148	15127
Bayern r. d. Rheins	19877	266547	16	14110	141738	4506	119580	1200	4221	152	475	163	478	24	55	—	—	144	510	67
„ l. „ „	1948	49110	1	752	6747	878	41250	310	991	22	55	20	82	5	5	—	—	35	127	25
Königreich Bayern .	21825	315657	17	14862	148485	5384	160810	1510	5212	174	530	183	560	29	60	—	—	179	637	92
Sachsen	14534	340602	524	5126	93430	6591	236957	1903	6661	303	803	263	545	204	191	21	2015	236	869	207
Württemberg . . .	6671	103619	3	3915	49226	1884	51103	650	2275	136	427	221	526	10	27	1	35	164	162	6
Baden	5708	93852	—	3300	38172	1678	52812	577	2058	79	265	52	149	10	14	2	382	181	180	266
Elsaß-Lothringen .	2997	122316	—	1668	26915	1264	84201	282	1025	19	80	22	75	9	20	—	—	39	145	16
Deutsches Reich . .	164290	3421194	18364	54264	629065	58334	2715078	14752	53841	2083	7249	1254	3501	639	1298	323	11162	2245	6983	18258

Anlage 6.

	Betriebe		Personen		Zu- und Abnahme (in %) der	
	1895	1882	1895	1882	Betriebe	Personen
Kleinbetriebe (mit bis 5 Pers.) . .	2 934 723	2 882 768	4 770 669	4 335 822	1,8	10,0
Mittelbetriebe (6—50 Pers.) . .	191 301	112 715	2 454 333	1 391 720	69,7	76,3
Großbetriebe (über 50 Pers.) . .	18 953	9 974	3 044 267	1 613 247	90,0	88,7
Darunter mit 51—200 Pers. . .	15 622	8 095	1 439 700	742 688	93,0	93,9
„ „ 201—1000 Pers. . .	3 076	1 752	1 155 836	657 399	75,6	75,8
„ über 1000 Pers. . . .	255	127	448 731	213 160	100,8	110,5

Von den Betrieben der 1895iger Gewerbestatistik treffen:

	Betriebe		Personen		Pferdestärken	
auf die	absolut	%	absolut	%	absolut	%
Alleinbetriebe	1 714 351	55,9	1 714 351	16,7	—	—
Gehilfenbetriebe						
mit bis 5 Pers.	1 141 451	37,3	2 947 430	28,7	391 924	11,5
„ 6 „ 20 „	161 888	5,3	1 513 446	14,7	355 558	10,5
„ 21 u. mehr „	47 541	1,5	4 094 042	39,9	2 649 706	78,0
und zwar						
mit 21 bis 1000 Pers. . . .	38 997	1,2	1 621 702	15,8	655 231	19,3
„ 101 „ 1000 „	8 248	0,3	1 909 712	18,6	1 329 210	39,1
„ über „ „	296	0,0	562 628	5,5	665 265	19,6
Gewerbe überhaupt	3 065 231	100	10 269 269	100	3 397 188	100

Anlage 7.

Anwendungsart, Zahl und Größe der Elektromotoren	1897		1898		1899		1900	
	Zahl	P.S.	Zahl	P.S.	Zahl	P.S.	Zahl	P.S.
Art des Betriebes:								
Aufzüge	12	59,40	14	71,30	18	79,80	22	91,05
Bäckerei und Konditorei	3	4,50	3	4,50	7	14,00	8	15,00
Buchbind. u. Kartonnagenfabrik	4	1,40	4	1,40	5	3,40	5	3,40
Zigarren- und Tabakfabrik	2	3,25	4	15,75	4	15,75	5	28,75
Drechslerei	8	15,75	10	17,00	11	19,00	12	20,00
Druckerei	21	100,90	27	119,15	36	157,65	48	239,90
Eisfabrikation und Kühlanlagen	1	20,00	3	37,00	4	49,00	5	53,75
Farbenfabrikation	—	—	2	1,40	3	6,15	3	6,15
Futterschneiden	3	2,75	4	7,75	6	10,75	6	10,75
Gleichstrom-Umformer	3	19,40	5	23,65	9	35,15	9	55,40
Goldschlägerei	4	7,95	5	9,95	5	9,95	6	11,55
Heilgymnastik	1	2,00	1	2,00	1	2,00	1	2,00
Hopfenpressen	17	140,00	18	147,50	20	164,50	27	209,00
Kaffeebrennerei	4	6,40	5	8,00	6	8,50	7	9,50
Kräuterschneidemaschinen	—	—	—	—	2	8,00	2	8,00
Lederbearbeitung	—	—	2	12,00	2	12,00	1	6,00
Mälzerei	4	17,50	7	37,50	7	37,50	7	37,50
Mechanische Werkstätte	40	126,06	48	131,31	59	150,48	69	183,88
Metzgerei	18	51,25	21	63,00	25	78,00	30	94,00
Nähmaschinen	1	0,05	1	0,05	5	1,40	5	1,40
Pumpen	3	7,80	3	7,80	5	28,80	6	29,80
Schleiferei und Poliererei	5	51,00	5	51,00	4	24,00	4	5,05
Schreinerei u. Holzzerkleinerung	15	50,85	19	63,85	22	70,35	25	117,80
Strickerei	1	0,40	1	0,40	1	0,40	1	0,40
Ventilatoren	15	3,61	15	3,61	31	10,43	37	11,85
Wäscherei	3	4,85	3	4,85	3	4,85	5	7,85
Demonstrations- und andere Zwecke	22	21,70	28	21,51	29	21,76	36	21,18
Zusammen:	210	718,77	258	863,23	330	1023,57	392	1280,91
Gegen das Vorjahr mehr			48 22,9%	144,46 20,1%	72 27,9%	160,34 18,6%	62 18,8%	257,34 25,1%

Anlage 8.

Maschinenbenützung in den landwirtschaftlichen Betrieben nach 8 Größenklassen.

	Größenklassen der Betriebe nach der landwirtschaftlich benützten Fläche bemessen bei der Aufnahme vom Juni 1895							
	unter 1 ha	1 bis unter 2 ha	2 bis unter 5 ha	5 bis unter 20 ha	20 bis unter 50 ha	50 bis unter 100 ha	100 bis unter 500 ha	500 u. mehr ha
Maschinenbenützung. Zahl der Betriebe, die im letzten Jahre (Juni 94/95) Maschinen (eigene oder gemietete) benützten.								
Dampfdreschmaschinen .	16 995	18 071	52 830	109 348	35 818	10 960	11 844	3 498
% aller Betriebe[1]) . .	0,7	2,6	5,2	10,9	14,9	26,0	56 7	83,7
Andere Dreschmaschinen .	5 269	10 682	66 653	318 521	152 089	28 486	13 019	2 150
% aller Betriebe[1]) . .	0,2	1,5	6,6	31,9	63,5	67,6	62,3	51,4
Mähmaschinen . . .	76	169	600	6 746	13 406	629	6 424	1 534
% aller Betriebe[1]) . .	0,0	0,0	0,1	0,7	5,6	14,5	30 8	36,7
Breitwürfige Sämaschinen	76	138	551	3 252	7 413	4 678	9 190	3 375
% aller Betriebe[1]) . .	0,0	0,0	0,1	0,3	3,1	11,1	44,0	80,7
Drillmaschinen	8 744	5 991	13 088	48 751	38 131	11 721	11 510	2 856
% aller Betriebe[1]) . .	0,3	0,8	1,3	4,9	15,9	27,8	55,1	68,3
Düngerstreumaschinen .	39	66	283	1 931	3942	3 060	6 804	2 524
Dampfpflüge	2	2	25	65	113	164	926	399
Dagegen bei der Betriebszählung vom Jahre 1882 benützten % der Betriebe[2]).								
Dampfdreschmaschinen .	0,1	0,4	1,0	3,8	5,7	10,1	30,2	50,3
Andere Dreschmaschinen .	0,1	0,6	2,4	14,9	39,5	49,1	60,0	60,4
Mähmaschinen	0,0	0,0	0,0	0,2	2,7	10,3	27,9	36,5

[1]) Der betr. Größenklasse.

[2]) Die Benützung von breitwürfigen Sämaschinen, Drillmaschinen und Düngerstreumaschinen ist damals nicht erfragt worden. Die Benützung von Dampfpflügen wurde 1882 für 836 Betriebe nachgewiesen, dagegen 1895: 1696.